

TRAVAIL DU LABORATOIRE D'HISTOLOGIE

DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MONTPELLIER

M. L. VIALLETON, PROFESSEUR

RECHERCHES HISTOLOGIQUES

SUR

LA CRISTALLOÏDE

ET SUR

LA ZONULE DE ZINN

THÈSE

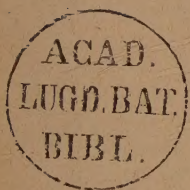
Présentée et publiquement soutenue à la Faculté de Médecine de Montpellier

Le 26 Juillet 1900

PAR

Georges DAMIANOFF

Né à Sopot (Bulgarie), le 7 octobre 1872



Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

Avec 3 planches hors texte

MONTPELLIER

IMPRIMERIE GUSTAVE FIRMIN ET MONTANE

RUE FERDINAND-FABRE ET QUAI DU VERDANSON

1900

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. VIALLETON DOYEN
HAMELIN (✱) ASSESSEUR

Professeurs

Hygiène.	MM. BERTIN-SANS. ✱
Clinique médicale	GRASSET (✱).
Clinique chirurgicale.	TEDENAT.
Clinique obstétric. et gynécol.	GRYNFELTT.
Thérapeutique et matière médicale.	HAMELIN (✱)
Clinique médicale.	CARRIEU.
Clinique des maladies mentales et nerv.	MAIRET (✱).
Physique médicale.	IMBERT
Botanique et hist. nat. méd.	GRANEL.
Clinique chirurgicale.	FORGUE.
Clinique ophtalmologique.	TRUC.
Chimie médicale et Pharmacie	VILLE.
Physiologie.	HEDON.
Histologie	VIALLETON.
Pathologie interne.	DUCAMP.
Anatomie.	GILIS.
Opérations et appareils	ESTOR.
Microbiologie	RODET.
Médecine légale et toxicologie	SARDA.
Clinique des maladies des enfants	BAUMEL.
Anatomie pathologique.	BOSC

Doyen honoraire : M. MAIRET (✱).

Professeurs honoraires : MM. JAUMES, DUBRUEIL (✱), PAULET (O. ✱).

Chargés de Cours complémentaires

Accouchements.	MM. PUECH, agrégé.
Clinique ann. des mal. syphil. et cutanées	BROUSSE, agrégé
Clinique annexe des mal. des vieillards. .	VIRES, agrégé.
Pathologie externe	LAPEYRE, agiéégé.
Pathologie générale	RAYMOND, agrégé.

Agrégés en exercice

MM. BROUSSE	MM. PUECH	MM. RAYMOND
RAUZIER	VALLOIS	VIRES
LAPEYRE	MOURET	IMBERT
MOITESSIER	DELEZENNE	BERTIN-SANS
DE ROUVILLE	GALAVIELLE	

M. H. GOT, *secrétaire*.

Examineurs de la Thèse

MM. VIALLETON, <i>président</i> .	MM. MOURET, <i>agrégé</i> .
GILIS, <i>professeur</i> .	GALAVIELLE, <i>agrégé</i> .

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur; qu'elle n'entend leur donner ni approbation, ni im-
pro-
bation

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE
ET DE MON BEAU-FRÈRE

A MA MÈRE ET A MES SŒURS

A mon Ami
SOTIR D. VRADJALIEFF

En souvenir d'une amitié fraternelle.

AU COLONEL M. ANDRÉEF

CHEF DE LA 1^{re} BRIGADE DE LA 4^e DIVISION D'INFANTERIE
DE PRESLAV (BULGARIE)

A MON ONCLE V. ST. RAÉFF

AUX FAMILLES BEL ET MICAUD

A MON CHER MAITRE

MONSIEUR L. VIALLETON

PROFESSEUR D'HISTOLOGIE

DOYEN DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MONTPELLIER

A TOUS MES MAITRES

A MES AMIS

MM. LUCCA IV. LITCHEFF ET KIRKO IVANOFF

MM. LES DOCTEURS V. GUINKOFF ET G. BOCHKOFF

MM. HENRI BEL ET HENRI TEULIÉ

BIBLIOTHÉCAIRES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

A TOUS MES AMIS

AVANT PROPOS

Avant de quitter l'Ecole de Médecine de Montpellier, qui est une des gloires universitaires de la France et qui, depuis des années, répand sa science et ses doctrines dans le monde entier, qu'il me soit permis d'exprimer ici des remerciements à tous ceux qui m'ont fait chérir l'hospitalité que j'ai reçue dans ce pays et qui ont contribué à mon instruction médicale.

C'est à mon cher Maître, M. le professeur Vialleton, que je dois l'idée de ce travail et si j'apporte quelques faits nouveaux c'est à lui qu'en revient le mérite. Le souvenir des excellents conseils qu'il n'a jamais cessé de me prodiguer pendant mes recherches et du temps qu'il a passé à m'apprendre la lecture et l'interprétation des préparations histologiques ne s'effacera pas de ma mémoire. Comment lui témoigner ma reconnaissance, acquise depuis longtemps, sinon en tâchant de me montrer digne de son enseignement, en ne perdant jamais de vue ses conseils. L'occasion qui se présente aujourd'hui de lui adresser l'hommage de ma profonde reconnaissance pour toute la peine qu'il s'est donnée afin de me conduire au terme de ce travail me rend particulièrement heureux.

Je dois remercier aussi MM. les professeurs Hédon, Bosc et Delezenne, dont les laboratoires m'ont été toujours ouverts et qui m'ont fourni de nombreux sujets d'étude.

Je remplis un devoir des plus agréables envers M. le D^r Edouard Grynfeldt, chef des travaux d'histologie et M. M. Rigal, étudiant en médecine, en les remerciant, le premier pour avoir mis, au début, ses connaissances histologiques à ma disposition, et le second pour avoir bien voulu dessiner toutes les figures qui accompagnent mon étude.

J'exprime ma vive reconnaissance à tous les Maîtres de la Faculté et plus particulièrement à MM. les professeurs Truc, Bosc et Rauzier, dont j'ai spécialement suivi les leçons et fréquenté les services.

Je ne voudrais pas oublier non plus une autre dette, qui, pour être plus ancienne, ne m'est pas moins chère et je suis heureux d'exprimer mes reconnaissants souvenirs à MM. Iv. Kefcisoff, M. P. Matéeff et Ch. Baltadjieff, professeurs des gymnases bulgares.

Enfin, je ne saurais passer sous silence une institution qui, à Montpellier, rend aux étudiants étrangers les plus grands services. C'est le Comité de Patronage des Etudiants étrangers, auquel j'adresse dans la personne de M. le professeur Charles Flahault, son très dévoué secrétaire général, l'expression de ma vive gratitude.

INTRODUCTION

Depuis un an déjà, mon maître, M. le professeur Vialleton, m'avait proposé comme étude, en vue de ma thèse de doctorat en médecine, des recherches sur le *Cristallin* et son appareil suspenseur, la *zonule de Zinn*. Admis dans son laboratoire, j'ai fait une série de recherches personnelles qui m'ont permis de présenter quelques idées nouvelles, mais surtout, de pouvoir faire une critique raisonnée des nombreuses opinions émises sur ce point et de présenter un résumé de l'état auquel les recherches des histologistes contemporains ont amené la question. J'ai principalement en vue, en ce moment, l'origine et la signification de la zonule de Zinn, que les classiques persistent encore à représenter comme une dépendance du corps vitré, tandis qu'en réalité, comme l'ont fait déjà remarquer de nombreux auteurs, elle se rattache étroitement à la rétine ciliaire.

Quant à la cristalloïde, pour laquelle j'ai fait de longues études au début de mes recherches, et pour laquelle j'ai employé tous les moyens dont parlent les auteurs : impré-

gnation, coupes, macération, dissociation, je crois pouvoir donner quelques renseignements sur sa structure et son origine. Et si encore la majeure partie des auteurs la considère comme une production cuticulaire et conjonctive avec une lamelle externe, que Berger (58) fait venir des fibres zonulaires et appelle, avec tous les auteurs contemporains, « lamelle zonulaire », je crois, comme je le dis dans mes conclusions, que la cristalloïde a une origine complexe : sécrétion cuticulaire, production conjonctive sous l'influence de la membrane vasculaire pendant la vie intra-utérine, et application d'une lamelle externe, la membrane vasculaire, après résorption et disparition complète de ses vaisseaux et de ses éléments histologiques. C'est à cette dernière membrane qu'on donne le nom de « lamelle zonulaire », nom impropre, comme le montre l'origine de cette membrane. Les couches se fondent entre elles, et il ne reste qu'un tout homogène qui constitue la cristalloïde chez l'adulte.

Au cours de ces recherches, j'ai employé les moyens dont dispose la technique histologique moderne. D'autre part, j'ai été toujours guidé par mon maître, soit en m'inspirant de ses conseils directs, qui ne m'ont jamais fait défaut, soit en me servant de son *Précis de technique histologique et embryologique* (67), guide indispensable à celui qui se livre à des recherches histologiques et qui m'a été du plus grand secours.

Cette thèse se divise en deux chapitres : le premier est consacré à la cristalloïde, le second à la zonule de Zinn. Dans chaque chapitre, un premier article est réservé pour l'historique, un second contient les recherches personnelles et la critique des opinions. Les résultats principaux de ce travail sont énoncés dans un court résumé. Enfin, à l'appui de mes recherches, j'apporte un certain nombre de figures dessinées à la chambre claire et réunies dans trois planches à la fin de mon travail.

RECHERCHES HISTOLOGIQUES
SUR
LA CRISTALLOÏDE
ET SUR
LA ZONULE DE ZINN

CHAPITRE PREMIER

La cristalloïde est l'enveloppe du cristallin. C'est une membrane transparente, homogène, plus épaisse sur la face antérieure que sur la face postérieure du cristallin. On la divise quelquefois en cristalloïde antérieure et en cristalloïde postérieure. Mais, cette division, purement idéale et tout artificielle, puisqu'il s'agit d'une membrane partout continue à elle-même, n'a pas d'importance pour notre étude.

Nous exposerons successivement :

- 1° L'historique,
- 2° Nos recherches personnelles.

Article I

HISTORIQUE

I. — Auteurs qui admettent la lamellation et la nature conjonctive de la cristalloïde

Ce n'est guère qu'en 1843 que Valentin, examinant des coupes de la cristalloïde à très fort grossissement, s'est aperçu que cette dernière présente de fines stries parallèles qui laissent croire à une lamellation de la cristalloïde.

Mensonides, 1848 (7), a confirmé les remarques de Valentin, et, comme lui, il pense que ces stries doivent supposer une structure lamellaire.

Quelques années plus tard, 1855, Koelliker (33), traita la cristalloïde par des acides et des alcalis, et il vit qu'elle présentait une striation lamellaire.

Cette division lamellaire de la cristalloïde était soutenue par Frey et Robinski (17 et 45), surtout chez les grands animaux, et Robinski même avait remarqué que les lamelles se séparaient après l'action du nitrate d'argent.

Babuchin, 1872 (15) ne reconnaît la lamellation de la capsule cristallinienne que dans les cas où celle-ci est très épaisse.

Deux ans après, 1874, Arnold (20), soutient l'existence des lamelles parallèles à la surface de la cristalloïde.

Tandis que tous les auteurs que nous venons de citer

soutenaient l'existence de la lamellation de la cristalloïde à l'état normal, Mueller (H) (9) disait que cette striation en lames ne se rencontre que dans les cas pathologiques et que c'est la maladie qui produit la superposition lamellaire.

Becker (O) (37) fait remarquer que la striation existe sur certains endroits de la cristalloïde et surtout là où l'épaisseur de celle-ci est la plus grande, mais ce n'est qu'après macération ; il ajoute que cette striation ne laisse aucune trace sur les coupes les plus minces de la capsule cristallinienne à l'état normal.

Berger, 1882 (31), comme Mueller, parle d'une striation lamellaire de la cristalloïde à l'état pathologique, mais en outre, il fait remarquer qu'à l'état frais, la capsule cristallinienne, traitée par une solution de permanganate de potasse ou après une macération de 14 jours dans l'alcool, présente des lamelles dont la plus extérieure se détache très facilement et qu'il a appelée « lamelle zonulaire ». Nous verrons plus loin, l'importance que certains ont réservée à cette lamelle zonulaire.

Schwalbe, 1886 (47), soutient la striation lamellaire ; toutefois, il remarque qu'il est assez difficile de la reconnaître dans la partie intérieure puisque les lamelles sont agglutinées par du ciment. D'autre part, il mentionne une striation radiée de la lamelle zonulaire, striation produite par la zonule même.

Nous mentionnerons, à la fin, les opinions de Henle (J) (25) et de Alt (26), dont le premier soutient que la cristalloïde est une membrane anhiste, sans structure et sans lamellation, et le second, qu'il n'existe jamais de stries dans la capsule normale.

Une série d'auteurs : Iwanoff 1860 (12), Sernoff

1867 (11), Zernoff (19), Lieberkühn 1872 (16), Babuchin 1872 (15), Arnold 1874 (20), Müller (W), Berger 1882 (31) et Rubatel 1885 (40), concluent à la nature conjonctive de la capsule du cristallin en s'appuyant :

1° Sur l'embryologie (Iwanoff dit que la capsule et la zone de Zinn viennent d'une différenciation du feuillet moyen du blastoderme qui s'invagine dans l'œil pour former le vitré) ;

2° Sur les expériences chimiques de Strahl, Kühne et Chittenden, qui démontrent que la cristalloïde se rapproche des substances conjonctives ;

3° Sur tous les travaux que nous venons de reproduire et qui prouvent la lamellation de la cristalloïde ;

4° Sur l'existence de la membrane vasculaire, qui est en rapport très intime avec la cristalloïde, tandis que celle-ci est séparée de la substance cristalliniennne par une couche anhiste.

Nous croyons qu'il est encore d'une grande importance d'ajouter ici les quelques opinions qui ont paru sur la présence de certains éléments histologiques (noyaux) dans l'épaisseur de la cristalloïde. La majeure partie des auteurs est d'accord que la cristalloïde consiste dans une membrane anhiste, sans structure, transparente, élastique ; cependant certains, parmi lesquels Babuchin, Manz et Berger parlent de l'existence de noyaux. Babuchin avait dit que ces noyaux se rencontrent dans toute l'épaisseur de la cristalloïde, tandis que Manz disait qu'on n'en rencontre que dans la membrane vasculaire. Et, plus tard, Berger soutenait cette manière de voir : les noyaux existent chez l'embryon, mais jamais chez l'enfant nouveau-né. Cependant il ajoute : « il n'est pas sans intérêt de mentionner ici que, chez les animaux qui sont très avancés

dans leur développement, la capsule contient quelquefois des noyaux. »

On peut rattacher aux précédents auteurs ceux qui ont étudié l'action de l'argent sur la cristalloïde. En effet, il y a lieu de se demander si les figures décelées par l'argent sur la cristalloïde ne répondraient pas à des cellules endothéliales disposées en lamelles successives; ce qui concorderait absolument avec l'opinion que nous examinons dans ce paragraphe.

C'est Ewart, 1874 (21), qui a soulevé le premier la question, en traitant des figures de la surface postérieure de la capsule qu'il a considérées comme des cellules épithéliales. Dans son article, il rappelle qu'avant lui, Babuchin avait signalé certains auteurs qui avaient décrit ces cellules épithéliales, mais, pour lui, ces auteurs s'étaient trompés et avaient pris pour des cellules les extrémités postérieures des fibres cristalliniennes qui s'implantent sur la cristalloïde, ou les corps sphériques qui proviennent des fibres quand on les casse. Ewart dit avoir trouvé des noyaux d'une couleur jaunâtre dans ces cellules. Ces cellules sont arrangées au centre seulement en raies parallèles correspondant à un faisceau de tissu conjonctif placé au-dessous, et chaque ligne de cellules répond exactement à l'intervalle de chaque côté du faisceau.

En 1877, Deutschmann (24) reprend la question des imprégnations et établit que ces figures polygonales sont produites par la coagulation en gouttes de l'albumine, qui forme une mince couche entre la cristalloïde et la substance cristallinienne.

Ulrich, 1880 (29), dit : « Il me semble que ces deux réseaux (de lignes régulières) super-capsulaires sont produits par un artifice, c'est-à-dire par une sorte de relève-

ment du vernis de la surface (Firnissprünge). Cela est d'autant plus naturel que ces relèvements se voient lorsque la cristalloïde convexe a été mise à plat. »

Becker (0), 1883 (37), disait que ces images ne pouvaient être interprétées que comme des phases de la segmentation indirecte des noyaux.

En 1885, a paru la thèse de Rubatel (40), qui a prétendu que le dessin simulant un endothélium de la région équatoriale de la cristalloïde correspondait aux empreintes de fibres ou de faisceaux de fibres qui vont s'implanter dans la couche albumineuse. Mais il ne s'explique point l'existence du réseau endothéliforme au centre, où aucune fibre ne s'insère.

II. — Auteurs qui admettent la nature cuticulaire de la cristalloïde

Pour Kessler, 1871 (14), la cristalloïde serait une membrane cuticulaire sécrétée par les cellules épithéliales du cristallin. Il appuie sa manière de voir sur les données embryologiques et sur le développement de la membrane vasculaire du cristallin. Il a trouvé qu'avant que la surface antérieure du cristallin se soit couverte de la membrane vasculaire d'origine conjonctive, le cristallin est enveloppé d'une très fine capsule qui ne peut être produite que par une sécrétion de l'épithélium cristallinien. La préexistence de cette mince cristalloïde a été remarquée encore par Koelliker.

D'après Debierre (52), Van Bambeke partagerait la manière de voir de Kessler.

III. — Auteurs qui admettent la double provenance de la cristalloïde : production cuticulaire et conjonctive

Dans cette division, nous groupons les auteurs qui font de la cristalloïde une membrane d'une double provenance : la partie interne étant une formation cuticulaire, tandis que la partie externe serait de production conjonctive. Parmi ces auteurs, nous mentionnerons Koelliker (33), Manz et Schwalbe (47). Pour eux, la membrane vasculaire sert à la formation de la lamelle externe, qui est en rapport très intime avec la zonule (lamelle zonulaire); d'où sa provenance conjonctive; tandis que les cellules de l'épithélium cristallinien sécrètent la couche interne (formation cuticulaire). Pour soutenir cette opinion, ils se basent sur l'existence, avant l'apparition de la membrane vasculaire, d'une fine membrane cristallinienne, membrane qui doit être considérée comme une sécrétion cuticulaire, et quand la membrane vasculaire se développe, elle laisse, après la disparition des vaisseaux, une autre lamelle externe, la lamelle zonulaire. Manz, même, soutenait cette manière de voir pour la cristalloïde antérieure seulement. Au contraire, Schwalbe dit :

« Je crois que son union (de la cristalloïde postérieure) si intime avec la zonule, ainsi que la possibilité d'isoler une lamelle zonulaire, s'explique, sans forcer les choses, par ce fait qu'on doit envisager ses couches internes comme formation cuticulaire, mais sa couche externe, la lamelle zonulaire, comme dérivant de la capsule vasculaire et embryonnaire du cristallin. »

Article II

RECHERCHES PERSONNELLES ET CRITIQUE DES OPINIONS

Après l'exposé des opinions émises sur la nature de la cristalloïde, je vais donner le résumé de mes recherches personnelles. J'indiquerai d'abord les observations que j'ai faites pour voir si une partie de la cristalloïde, au moins, était formée par des lamelles de cellules connectives superposées. Dans ce but, j'ai employé les imprégnations de nitrate d'argent, accompagnées de colorations diverses susceptibles de montrer les noyaux ou même les débris de noyaux, s'il en avait existé.

Pour étudier la constitution de la cristalloïde, je me suis d'abord efforcé de voir si, à l'aide des imprégnations au nitrate d'argent, on pouvait déceler dans son épaisseur un ou plusieurs plans endothéliaux. On sait que, depuis longtemps, des figures endothéliformes ont été signalées sur les imprégnations de la cristalloïde postérieure et que ces figures ont été, en particulier, étudiées par Ewart (21), Deutschmann (24) et Ulrich (29). Ces auteurs ne sont pas d'accord entre eux sur l'interprétation de ces figures. Je crois qu'il est facile d'effacer les divergences qui les séparent, et je me propose de démontrer plus loin que chacun d'eux a eu raison en partie, c'est-à-dire pour l'interprétation des diverses figures qu'on peut obtenir; mais les explications données par chacun d'eux

ne sont pas applicables à tous les cas. J'ai étudié, par les imprégnations au nitrate d'argent, la cristalloïde de divers animaux : chien, lapin, vache, mouton, adultes; et lapins, chats et chiens nouveau-nés, du premier jour de la naissance au quinzième jour. Dans ces derniers cas, le cristallin est encore enveloppé de sa membrane vasculaire; mais cela n'a pas d'importance, comme l'on verra plus loin.

Pour cette étude, l'œil était ouvert par sa partie postérieure, le corps vitré soigneusement enlevé et le cristallin était arrosé par sa face postérieure d'une solution de nitrate d'argent à 0,75 % ou bien à 1/300. Après avoir été lavé à l'eau distillée, l'œil tout entier, le cristallin restant à sa place, était porté dans l'alcool à 90°. Au bout de quelques minutes, la cristalloïde était fendue sur le milieu de l'œil et on en enlevait de grands lambeaux poursuivis jusqu'à la face antérieure du cristallin. Ces lambeaux de cristalloïde étaient immédiatement placés entre deux lames de verre qu'on plongeait ensuite dans l'alcool à 90°. De cette façon, la cristalloïde ne pouvait s'enrouler sur elle-même et l'alcool qui se glissait entre les lames la déshydratait peu à peu. Au bout de quelques heures, les fragments de cristalloïde ainsi préparés étaient devenus rigides et n'avaient plus de tendance à s'enrouler sur eux-mêmes. On pouvait alors séparer les deux lames de verre entre lesquelles ils étaient placés, puis achever la déshydratation des lambeaux par l'alcool absolu, les passer dans une essence et les monter au baume. On obtenait de la sorte des préparations qui contenaient tantôt et par place la cristalloïde seule, tantôt et en d'autres endroits, la cristalloïde accompagnée d'une mince couche de fibres cristalliniennes. Il était facile d'observer ces lambeaux et d'étudier l'action du nitrate d'argent sur eux. De plus, j'ai tou-

jours coloré par différents réactifs (hématéine, safranine, bleu polychrome, etc.) quelques-uns des lambeaux argentés afin de mettre en évidence les noyaux s'il y en avait dans la préparation.

A l'aide de ces procédés, je me suis convaincu que l'on pourrait rencontrer dans la cristalloïde postérieure trois sortes de figures dues au nitrate d'argent.

1° Des figures régulières répondant aux pieds d'implantation des fibres cristalliniennes sur la cristalloïde, comme l'ont dit plusieurs auteurs : Ulrich, Rubatel (40), etc.;

2° Des figures irrégulières dues à des imprégnations de la mince couche albumineuse, décrite par les auteurs, en dessous de la capsule postérieure et répondant à celles qu'a représentées Deutschmann ;

3° Enfin, des figures de grande dimension, très irrégulières de forme et de contour et qui semblent bien répondre à des relèvements locaux du vernis capsulaire, comme l'a pensé Ulrich.

Je vais exposer maintenant comment on peut voir et étudier ces différentes catégories de figures.

I. — Imprégnations répondant aux pieds des fibres

Ces dessins se voient particulièrement bien sur les yeux des animaux nouveau-nés, surtout au niveau de l'équateur du cristallin. Sur une préparation contenant à la fois la cristalloïde postérieure et une partie de l'antérieure, on peut suivre très aisément le passage des cellules épithéliales de la cristalloïde antérieure aux fibres du cristallin. Et l'on voit qu'à ce niveau les cellules de la

cristalloïde antérieure se régularisent et prennent une disposition en lignes admirablement régulières (pl. I, fig. 1, A, *zr*). On voit alors que chaque cellule de la zone de transition est imprégnée et son contour se présente sous la forme d'un hexagone parfait. Au fur et à mesure qu'on se dirige vers la cristalloïde postérieure, les bords des hexagones deviennent un peu irréguliers (même figure, *fc*), et ce caractère s'accroît de plus en plus à mesure que l'on se rapproche du pôle postérieur du cristallin (pl. I, fig. 1, B); avant même d'y arriver, les figures disparaissent entièrement. Toutes ces figures sont petites et leurs dimensions répondent au diamètre des fibres cristalliniennes, comme il est facile de s'en convaincre en abaissant l'objectif, ce qui permet de voir le contour des fibres sous-jacentes. La forme des figures varie suivant le mode d'implantation des fibres sur le cristallin. Ainsi, au niveau de la zone de passage, entre l'épithélium et les fibres cristalliniennes, les figures sont rigoureusement polygonales; c'est qu'à ce niveau, les cellules de la zone de transition sont parfaitement perpendiculaires à la cristalloïde. Au contraire, au fur et à mesure que les fibres deviennent obliques, le contour de leur implantation n'est plus un hexagone régulier et le mode d'engrènement latéral des contours varie beaucoup. Dans la partie supérieure de cette figure, les dessins deviennent même tout à fait irréguliers et à bords sinueux. Ils ne peuvent donc répondre d'une manière absolue aux pieds des fibres cristalliniennes qui, quelle que soit leur obliquité par rapport à la membrane, ne peuvent, à cause de leur régularité, donner lieu à une projection horizontale, à contours aussi tourmentés. Comme il est facile de suivre toutes les transitions entre les figures régulières et celles qui ne

le sont pas du tout, je pense que ces dernières peuvent répondre, comme il est dit plus haut, aux pieds d'implantation des fibres cristalliniennes, mais que leur irrégularité est due aux déplacements de ces fibres lorsqu'elles changent de position pour devenir, d'obliques qu'elles étaient, tangentielles à la cristalloïde. J'ai développé, dans une autre partie de ce chapitre, la question de ce déplacement des éléments cristalliniens (voir page 36). Nous ferons remarquer simplement que, dans nos préparations, le réactif semble avoir fixé les modifications de forme de l'insertion des fibres qui accompagnent nécessairement ce déplacement.

Les imprégnations que je viens de décrire siègent non pas sur la cristalloïde elle-même, mais bien sur la périphérie de l'écorce du cristallin. Elles répondent à la surface externe des éléments constituant la lentille. A certains endroits où cette écorce n'a pas suivi la cristalloïde arrachée, on voit cependant des lignes noires figurant des dessins absolument analogues et même superposables à ceux que nous venons de décrire, et n'en différant que par une teinte moins foncée des lignes noires de nitrate d'argent. Il est facile, dans certains cas, de voir les lignes de ces dessins se continuer avec celles que nous venons de décrire plus haut lorsqu'on observe le pourtour d'un point ou d'un lambeau de l'écorce restés adhérents à la cristalloïde. On peut voir aussi dans ces préparations que la cristalloïde est doublée par une très mince couche pelliculaire qui se teinte en brun-rougeâtre par le nitrate d'argent. Cette mince couche pelliculaire est peu marquée par place. Elle répond évidemment à la très faible couche d'albumine qui est placée entre la cristalloïde postérieure et les fibres cristalliniennes. La teinte brun-rougeâtre

qu'elle offre est due au nitrate d'argent. En dehors de ces figures répondant toutes à l'imprégnation des pieds et siégeant soit sur les pieds eux-mêmes, soit sur la couche albumineuse, je n'ai pas vu chez les animaux nouveaux des lignes d'imprégnation sur la cristalloïde elle-même.

II. — Figures répondant aux contours de plaquettes d'albumine

Si on examine par les mêmes procédés non plus une cristalloïde du nouveau-né, mais celle d'un animal adulte, on voit à la face interne de cette membrane et sur l'écorce du cristallin, qui y est restée adhérente par places, une série de figures (pl. III, fig. 6, *pf*) de forme et de grandeur tout à fait irrégulières. Les unes sont de petite dimension, elles ont une forme polygonale irrégulière et dont le diamètre répond à peu près au double ou au triple des fibres cristalliniennes. Mais, à côté de ces petites figures et mélangées avec elles sans ordre apparent, on en trouve de grandes, cinq ou six fois plus larges (même figure), et dont les bords sont tantôt droits, tantôt sinueux comme dans certains endothéliums. Les grandes figures dominant de beaucoup. Leur aspect peut les faire prendre au début pour de véritables cellules endothéliales, et il peut sembler au premier abord qu'on a affaire à un endothélium tapissant la face interne de la cristalloïde. Mais, malgré de nombreuses colorations, je n'ai jamais pu arriver à mettre en évidence aucun noyau dans les éléments de ce pseudo-endothélium et je me suis bien vite convaincu que ces figures ne répondaient aucunement à des formations cellulaires. Quelle peut donc être

leur nature? On sait que certains auteurs, Deutschmann, par exemple, les ont considérées comme des plaquettes d'albumine irrégulières dont les bords auraient été imprégnés par l'argent, tandis que d'autres, avec Ulrich, les ont considérées comme des épaissements, c'est-à-dire une sorte de soulèvement du vernis, déposé à la surface externe de la cristalloïde. Chacune de ces opinions me semble justifiée. En effet, il est incontestable que des figures de dimension pareille ne peuvent répondre à l'empreinte sur la cristalloïde des pieds des fibres cristalliniennes. Elles sont beaucoup trop larges et chacune d'elles devrait alors répondre, comme l'ont dit Ewart et Rubatel, non pas au pied d'une seule fibre mais au pied d'un faisceau de fibres cristalliniennes.

Il est vrai que dans les imprégnations du cristallin, les fibres s'imprègnent souvent par faisceaux formant des bandes noirâtres au milieu d'autres fibres non imprégnées. Néanmoins, je ne crois pas que les figures en question répondent aux pieds de semblables faisceaux, parce qu'il ne faut pas oublier que, chez l'adulte, les fibres ne s'implantent pas sur la cristalloïde postérieure, sauf dans la zone équatoriale très limitée, mais qu'elles passent parallèlement sous cette membrane. Il ne faut pas oublier non plus que, chez le nouveau-né, où il existe encore beaucoup de fibres s'implantant sur la cristalloïde postérieure, les imprégnations répondent toujours à chaque fibre isolément et qu'elles cessent à partir du point où ces fibres deviennent parallèles à la cristalloïde. Pour ces raisons, on doit rejeter l'hypothèse que les figures pseudo-endothéliales de la cristalloïde postérieure répondent aux pieds des fibres cristalliniennes isolées ou à des faisceaux de ces fibres. En examinant bien attentivement ces figu-

res, on peut voir que certaines d'entre elles répondent indubitablement aux contours de plaquettes d'albumine, comme le veut Deutschmann, et la figure 6, pl. III, montre justement un point où ces dessins correspondaient aux contours de plaquettes d'albumine. En effet, la plupart d'entre eux sont à peu près arrondis comme doivent l'être les gouttelettes d'albumine qui s'étalent, et l'on voyait aussi dans la préparation que chaque plaquette présentait une teinte légèrement brune, à travers laquelle on apercevait comme estampés les contours des fibres cristalliniennes. Cette teinte n'a pu être suffisamment rendue dans le dessin, mais l'examen de nombreuses préparations que nous avons vues ne nous laissent aucun doute sur la rectitude de cette interprétation. Du reste, l'examen détaillé de la troisième catégorie de figures qu'il nous reste à faire maintenant lèvera tout doute à cet égard.

III. — Imprégnations dues à des épaissements de la cristalloïde

Ces dessins se rencontrent sur toutes les préparations de la région moyenne de la cristalloïde postérieure. Ils peuvent coexister avec ceux que nous venons de décrire précédemment, et, dans ce cas, il peut être assez difficile de bien les distinguer de ces derniers. Mais, sur des préparations où ils se rencontrent seuls, soit que la cristalloïde fût bien isolée de façon à n'entraîner avec elle ni fibres cristalliniennes ni couche d'albumine, comme c'est le cas de la figure 3, pl. I, soit que (fig. 2, pl. I) l'imprégnation des plaquettes manque, il est assez aisé de les distinguer.

Sur les figures 2 et 3, pl. I, on voit que la grande dimension des dessins, leurs bords extrêmement sinueux, tantôt fortement marqués par des épaississements irréguliers (*ep*) assez larges pour simuler des lacunes intercellulaires, tantôt, au contraire, minces et peu fortement teintés par l'argent, ne permettent pas de les confondre avec les contours plus nets et moins étendus de plaquettes d'albumine. Ces grandes figures à bords droits ou sinueux répondent certainement à des lignes d'une substance particulière, placée à la face interne de la cristalloïde. Il est facile de le prouver parce qu'on les retrouve avec tous leurs caractères sur des cristalloïdes non traitées par l'argent, mais bien colorées par l'hématéine-éosine et par la safranine après fixation par l'alcool, le formol picrique ou la liqueur de Müller. Sur ces cristalloïdes, on voit un réseau de lignes fortement colorées reproduisant exactement l'aspect que nous venons de décrire, et la figure 3, pl. I, comparée avec la figure 2, pl. I, me dispense d'insister davantage sur cette similitude. Mais ces figures colorées nous montrent bien que les polygones irréguliers qu'elles circonscrivent ne peuvent répondre à des plaquettes d'albumine, parce que si on peut admettre que le nitrate d'argent, en se réduisant entre les lignes de contact de ces plaquettes ait pu donner lieu à une ligne d'imprégnation continue, il est clair, par les figures colorées, que les lignes de contour répondent à des lignes de substance et non plus à des vides ou à des interstices. Il s'agit donc là de reliefs légèrement saillants à la surface interne et non plus externe, comme le dit Ulrich, de la cristalloïde.

En effet, les dimensions considérables de ces figures ne permettent pas de penser qu'elles sont dues à l'impres-

sion laissée par les pieds des fibres ou même des faisceaux de fibres cristalliniennes. Comparons les figures 1 et 2, pl. I : la première, qui représente de véritables insertions de fibres, est dessinée avec un grossissement beaucoup plus fort que la seconde, et cependant, la dimension des figures qu'elle renferme est quatre ou cinq fois moindre que celle des polygones irréguliers de la figure 2. Si donc, les dessins étaient faits au même grossissement, les éléments pseudo-endothéliaux de la figure 2 seraient encore beaucoup plus considérables, et, par suite, tout rapprochement avec ceux de la figure 1 encore plus invraisemblable. Il ne peut donc s'agir là d'imprégnations répondant à l'insertion des faisceaux de fibres ni non plus à des cellules endothéliales, car nous n'avons jamais pu déceler des noyaux dans leur intérieur. Des figures aussi grandes et aussi irrégulières ne peuvent donc être formées que par des saillies de la face interne de la cristalloïde, saillies qui délimiteraient leur contour. Mais, ces saillies doivent être extrêmement faibles et l'expression d'Ulrich, qui les compare à une sorte de relèvement du vernis, nous paraît très heureuse. Les grandes figures pseudo-endothéliales dont nous venons de parler ne se rencontrent jamais sur la cristalloïde antérieure.

Il résulte de tout ce que nous venons dire que la cristalloïde n'est pas formée par des lamelles cellulaires superposables, puisque les imprégnations obtenues se laissent toutes rapporter à toute autre chose qu'à des contours cellulaires vrais et en réalité à trois catégories de faits : 1^o à l'imprégnation des pieds d'implantation sur la cristalloïde (ces imprégnations répondent seules à un contour cellulaire) ; 2^o aux bords des plaquettes irrégulières d'albumine coagulée et 3^o à des épaissements de la face

interné de la cristalloïde n'ayant rien de commun avec une structure cellulaire quelconque.

Comme, d'autre part, nous n'avons jamais vu de noyaux dans l'épaisseur de cette membrane, il nous paraît absolument nécessaire de renoncer à toute idée de la rattacher à des lames mésodermiques superposées. Cela ne veut pas dire que la cristalloïde ne puisse être lamellaire; mais chez l'adulte, ces lamelles sont toujours parfaitement anhistes, tellement bien soudées entre elles et douées de propriétés optiques si exactement égales pour toutes qu'il est impossible de les distinguer; on ne peut arriver à voir une stratification dans la cristalloïde qu'en employant certains réactifs chimiques, comme l'a fait Berger, ou bien dans des cas pathologiques où les altérations de la nutrition ont produit les mêmes effets que les produits chimiques.

Quelques auteurs, ayant avancé que les imprégnations de la cristalloïde postérieure pourraient bien répondre à des cellules plates du corps vitré appliquées contre cette membrane, j'ai porté spécialement mon attention sur ce sujet. Or, jamais je n'ai trouvé d'imprégnation sur la face postérieure ou libre de la cristalloïde postérieure. Toutes siégeaient exclusivement sur sa face antérieure, adhérente au tissu propre du cristallin. Ceci m'a amené aussi à rechercher s'il existait à la surface antérieure du vitré une couche de cellules connectives quelque mince qu'elle puisse être, et je me suis convaincu qu'il n'y en avait pas. De plus, la structure du corps vitré se rapproche moins de celle d'une variété de tissu connectif qu'on n'a l'habitude de le dire dans les classiques. Le corps vitré est une masse très homogène, très individualisée, et qui se distingue très nettement du tissu connectif ambiant

lorsque ce dernier est encore présent en certaine abondance. Ainsi dans les figures I, planche 29, et I, planche 32, de Retzius (60), on voit le tissu connectif, accompagnant l'artère hyaloïde et ses branches, former tout autour de cette dernière une atmosphère assez large, qui se distingue nettement du corps vitré et qui, sur ses bords, là où elle est en contact avec ce dernier, ne se continue pas insensiblement avec lui, mais en reste toujours distincte. Cette disposition, sur laquelle a bien insisté Retzius, me paraît tout à fait importante et semble plaider contre la théorie qui fait dériver le corps vitré du mésodérme ayant pénétré avec les vaisseaux dans la cupule optique. Cette opposition si nette entre le corps vitré et le tissu connectif périvasculaire de l'hyaloïde mérite d'être signalée et d'être prise en considération par ceux qui étudieront désormais la nature et l'origine du vitré. Sans entrer dans les détails bibliographiques étendus, je ne puis m'empêcher de citer ici, comme m'ayant paru contenir les deux points fondamentaux et opposés de la question, les travaux de Hache et ceux de Tornatola.

Hache, 1887 (48), après avoir signalé à la suite de divers auteurs la grande hygrométrie du corps vitré qui, déshydraté par l'alcool et réduit à une mince lame, peut se gonfler dans l'eau jusqu'à reprendre son volume primitif, fait remarquer qu'un réactif chimique, l'acide osmique, est capable de détruire cette propriété sans retour. Ayant donc fixé un corps vitré de mouton dans l'acide osmique à 1/50, l'ayant ensuite durci dans la gomme et l'alcool, puis coupé, il vit qu'il était constitué par un tissu d'aspect fibreux que l'on pouvait résoudre, en pressant légèrement sur la lamelle recouvrant la coupe, en un grand nombre de lames anastomosées. Chacune de ces lames isolées était

mince, transparente, formée par une substance hyaline sans structure ne se colorant pas par le carmin, mais fixant le violet 5 B. « Après l'action prolongée des bichromates et de l'acide chromique, cette substance hyaline se colore en rouge par le carmin. Elle peut donc être rangée parmi les substances conjonctives amorphes ; elle est analogue à celle qui réunit les faisceaux connectifs dans certaines membranes (mésentère du lapin), analogue aussi à la substance du tissu lamelleux des gaines nerveuses, mais diffère de celles-ci par son hygrométrie. » Après avoir étendu ses observations sur divers animaux, Hache conclut : « que le corps vitré, chez l'adulte, est constitué par un nombre plus ou moins considérable de lames connectives anastomosées les unes avec les autres, ne limitant pas des alvéoles, comme l'ont cru certains auteurs, mais jouissant à un très haut degré de la propriété de s'imbibler de liquide et de se gonfler au point de se juxtaposer exactement de manière à perdre, pour ainsi dire, leur individualité, et à former un tout homogène, gélatineux et transparent ».

Nulle part, dans la description de Hache, il n'est question de cellules connectives placées, soit dans les intervalles de deux lames, soit dans l'épaisseur de l'une d'entre elles, d'où l'on peut conclure que, dans la structure du corps vitré adulte, l'élément cellulaire joue un rôle tout à fait subordonné, sinon nul, ce qui fait du corps vitré un organe tout à fait particulier et sans analogie dans l'économie. Les gaines lamelleuses des nerfs, en effet, auxquelles Hache le compare, renferment des cellules endothéliales placées dans les intervalles de leurs feuillets.

L'opinion de Tornatola, 1897 (63), est plus neuve et surtout plus révolutionnaire, puisque cet auteur fait provenir le corps vitré de l'ectoderme rétinien contrairement à

l'opinion communément admise, qui le regarde comme d'origine mésodermique. Tornatola, ayant étudié pendant plusieurs années le développement de l'œil, sous la direction du professeur Kleinenberg, relève un certain nombre de faits fort intéressants sur le développement et sur la structure du corps vitré. Il fait remarquer, avant tout, combien il est invraisemblable « que le corps vitré continuât à croître pour remplir la cavité du bulbe oculaire qui croît toujours, même après la disparition des vaisseaux et après l'interruption de la communication avec le mésoderme, qui suit la clôture relativement précoce de la fente optique fœtale ». Il insiste ensuite sur l'apparition du corps vitré avant la formation des vaisseaux hyaloïdiens, fait qu'il a observé souvent. Enfin, il affirme que les fibrilles par lesquelles est constitué le corps vitré peuvent se suivre jusqu'au corps des cellules rétinienne, « au point qu'on peut se former la conviction que ces fibres sont une production du protoplasme cellulaire rétinique. » Il décrit, en outre, dans le corps vitré embryonnaire des cellules mésodermiques et des cellules migratrices ou leucocytes ; mais, il fait bien remarquer que les cellules mésodermiques ne jouent aucun rôle essentiel pour le corps vitré lui-même et qu'elles sont uniquement destinées à la formation et à la nutrition des vaisseaux. « Le corps vitré est, pour lui, une production ectodermique, une sécrétion des cellules rétiniques, une substance analogue à celle qu'on appelle « tissu de sécrétion ». Il en est de même chez nombre d'invertébrés. Carrière, chez les gastéropodes, Grenacher, chez les céphalopodes et chez les hétéropodes, enfin, Kleinenberg, chez certains annélides (alcioptides), ont montré que le corps vitré était sécrété par certaines cellules de la cupule optique.

De plus, certaines observations anatomopathologiques de Ciaccio et du prince Charles Théodore de Bavière semblent, à Tórnatola, favorables à sa manière de voir.

N'ayant pas pu faire des recherches personnelles assez étendues pour discuter convenablement ces opinions, je me contenterai de dire qu'elles me paraissent toutes deux fort importantes et qu'elles expriment bien la nature spéciale du corps vitré et la distinction nette qui doit se faire entre lui et les diverses variétés du tissu conjonctif, contrairement à ce que disent les classiques, qui, en insistant sur la nature mésodermique du corps vitré et sur son origine conjonctive, n'indiquent pas suffisamment ses caractères propres.

Pour en revenir à la question soulevée au début de ce paragraphe, et qui est de savoir si la cristalloïde postérieure ne pourrait pas contenir une ou plusieurs couches de cellules mésodermiques plates, provenant du corps vitré, on voit que cette opinion doit être complètement rejetée, puisque les imprégnations, aussi bien que mes autres recherches, ont montré qu'il n'y avait pas de cellules plates à la surface postérieure de la cristalloïde postérieure, et, d'autre part, les données histologiques de Hache et de Tornatola montrent bien que l'on ne saurait trouver dans le corps vitré des éléments cellulaires capables de former des lames s'ajoutant à la cristalloïde.

La cristalloïde n'est donc pas constituée par des lamelles mésodermiques qui se seraient superposées. Par quoi peut-elle être formée ? Si on examine le cristallin au début de sa formation, on voit qu'il présente, de très bonne heure et avant l'apparition de sa membrane vasculaire, une mince capsule, intimement appliquée contre lui et qui répond évidemment à la cuticule dont ont parlé divers

auteurs. Cette cuticule est incontestablement engendrée, comme l'ont dit les embryologistes, par une sorte de sécrétion des cellules et des fibres cristalliniennes. Mais elle est loin de constituer toute la cristalloïde et ne représente même qu'une très faible partie de son épaisseur. Le reste est produit par une sorte d'accroissement propre de la capsule primitive consécutive à l'apparition de la capsule vasculaire. Il semble que cette dernière apporte les matériaux nutritifs nécessaires à la constitution de la cristalloïde, et que ces matériaux se fondent et s'unissent à ceux de la capsule épithéliale préexistante pour ne former qu'un seul tout parfaitement homogène, du moins chez les mammifères que j'ai examinés. Mais il y a des cas où, chez d'autres animaux, on peut observer une coloration différente des parties superficielle et profonde de la cristalloïde, coloration qui, dans ce cas, indique peut-être une distinction permanente entre les deux éléments de la cristalloïde : à savoir, la cuticule épithéliale primitive et la partie fournie par la membrane vasculaire. Chez les mammifères, je le répète, cette distinction ne s'aperçoit pas et le cristallin est parfaitement homogène, justifiant ainsi l'opinion que nous avons émise plus haut d'une fusion complète de la partie capsulaire et de la partie cuticulaire de cette membrane. Du reste, cette notion est encore corroborée par les analyses chimiques de Strahl, Kühne et Chittenden, analyses démontrant la nature conjonctive de la cristalloïde. En outre, il serait fort difficile de soutenir que la cristalloïde peut être formée uniquement par une sorte de cuticule revêtant la surface du cristallin, parce que l'insertion des fibres cristalliniennes sur la cristalloïde postérieure se modifie trop pendant l'accroissement pour que l'on puisse

admettre la production d'une membrane continue et homogène par des cellules dont les rapports avec cette membrane changeraient ainsi à chaque instant.

En effet, dans le cristallin très jeune, tel que celui représenté dans la figure 396 de Koelliker, 1882 (33), les fibres de la portion moyenne du cristallin viennent s'implanter perpendiculairement sur la cristalloïde, tandis que les externes, décrivant sur leur longueur un arc, dont la convexité, peu prononcée, regarde en dedans, alors que sa concavité est tournée en dehors, s'insèrent obliquement sur cette membrane. Au fur et à mesure que le cristallin s'accroît, la direction des fibres cristalliniennes change du tout au tout et, au lieu de former un arc ouvert en dehors, elles retournent, au contraire, leurs extrémités vers l'intérieur du cristallin et leur corps décrit une courbe dont la convexité est tournée en dehors ; de telle façon que les différents plans des fibres emboîtés les uns dans les autres forment le noyau central du cristallin, lequel est constitué, comme le reste de la lentille, par des couches concentriques représentées plusieurs fois dans les auteurs classiques. Il résulte de cela que les fibres cristalliniennes perdent leurs insertions primaires sur la cristalloïde et qu'au lieu de venir appuyer leurs extrémités perpendiculairement sur cette dernière ou bien en formant avec elle un angle très peu marqué, ces fibres s'appuient maintenant à la capsule du cristallin par une certaine partie de leur surface longitudinale.

Le fait se passe de même pour toutes les fibres des couches successives qui viennent s'appliquer en dehors du noyau primitif en augmentant l'épaisseur du cristallin. En effet, l'immense majorité des fibres cristalliniennes en rapport avec la cristalloïde postérieure se compose, chez

l'adulte de fibres parallèles à cette dernière et ce n'est qu'au niveau de la zone de passage siégeant à l'équateur que l'on peut trouver des fibres s'insérant par leur extrémité sur la cristalloïde.

La simple comparaison de l'état embryonnaire et de l'état adulte montre donc que, comme je le disais plus haut, les rapports entre les fibres cristalliniennes et la cristalloïde changent beaucoup pendant le cours du développement et que telle fibre qui s'est implantée, à un moment donné, perpendiculairement par une de ses extrémités sur la cristalloïde, est simplement tangente à elle par sa convexité à la fin du développement. Une telle mobilité est évidemment peu favorable à l'opinion qui voudrait considérer la capsule cristallinienne comme une sécrétion pure et simple des cellules ou des fibres du cristallin. On sait que les cuticules sont le plus souvent sécrétées par la surface libre ou bien par la base d'implantation des cellules épithéliales et l'on ne voit pas d'habitude les rapports des faces des cellules s'intervertir dans le cours du développement, comme il serait nécessaire qu'ils le fassent ici si la cristalloïde était une pure sécrétion cuticulaire. Pour toutes ces raisons, par ce fait capital que la cristalloïde s'épaissit brusquement, un peu après la formation de la capsule vasculaire, aussi bien que par les propriétés chimiques que nous avons énoncées plus haut, il semble démontré que la cristalloïde possède une double origine. Je crois pouvoir aussi démontrer que la cristalloïde s'accroît, à la fin du développement, de toute l'épaisseur de la capsule vasculaire qui, après avoir perdu par résorption tous ses vaisseaux et les rares éléments cellulaires, cellulles connectives plates, qu'elle possédait appliqués sur la surface, s'est fondue entièrement avec la cristalloïde, et

d'une manière si parfaite qu'il est impossible de trouver sur les coupes une trace de cette superposition. Bien que je n'ai pu suivre moi-même, pas plus qu'aucun auteur du reste, jusqu'à aujourd'hui, la résorption complète des vaisseaux de la capsule péricristallinienne et le développement ultérieur de ces parties, cette fusion me semble irréfutablement démontrée par les raisons suivantes :

Les fibres de la zonule s'insèrent très fortement sur la membrane vasculaire et l'on trouvera plus loin des détails circonstanciés sur leur manière de se comporter. En tout cas, on voit souvent la membrane vasculaire légèrement soulevée sur certains points par la traction d'une fibre zonulaire. L'insertion de cette dernière sur elle ne peut donc faire aucun doute. Or, comme il est impossible d'admettre que les fibres zonulaires pourraient perdre, ne fut ce qu'un moment, leur insertion sur le cristallin, lorsque la membrane vasculaire disparaîtrait, il est bien plus naturel de penser que cette capsule ne disparaît jamais, mais au contraire se fusionne, comme nous l'avons dit, avec la cristalloïde. Du reste, la figure VI, planche 32 de Retzius (60), montre au point d'insertion des fibres zonulaires sur la cristalloïde d'un homme adulte des petites ondulations qui rappellent tout à fait celles qu'on voit fréquemment sur les points correspondant de la capsule vasculaire chez les animaux nouveau-nés, et cette figure est absolument comparable à celle que nous avons observée chez ces derniers sauf que, au niveau du relèvement qui correspond à la membrane vasculaire des nouveau-nés on ne trouve point de vaisseaux, mais bien une substance homogène, transparente, comme celle du reste de la cristalloïde. Tout est parfaitement comparable, en somme, à la disposition que l'on observe chez les nouveau-nés et on

peut se fonder sur cette observation de Retzius pour admettre la persistance de la capsule vasculaire dans le cristallin adulte, mais cette capsule est alors complètement dépourvue de vaisseaux et elle se fusionne si intimement avec la cristalloïde qu'il est impossible de l'en distinguer, sauf au niveau des petits relèvements dont nous avons parlé.

Du reste, la notion d'une lamelle superficielle dans la cristalloïde n'est pas nouvelle puisqu'elle est admise par Berger, qui donne à cette couche le nom de « lamelle zonulaire ». Mais, je crois que ce nom est impropre et doit être rejeté, car cette lamelle n'est pas formée par l'extension sur les deux faces du cristallin des fibres zonulaires qui s'étaleraient comme en nappe. Elle provient, au contraire, d'un organe antérieur à la zonule elle-même : la capsule vasculaire du cristallin (*capsula vasculosa lentis*).

CHAPITRE II

La zonule de Zinn est une sorte d'anneau dans lequel est enchâssé le cristallin et qui a reçu pour cela le nom de ligament suspenseur de cet organe. Sa structure et ses rapports ont été l'objet de bien des controverses ; on en trouvera une bonne description, conforme aux données actuelles, dans la thèse de Terrien (65).

Nous exposerons successivement :

1° L'historique ;

2° Nos recherches personnelles.

Article I

HISTORIQUE

Les rapports de la zonule de Zinn avec la paroi interne de l'œil ont été diversement interprétés depuis que Zinn 1755 (5) a dit que la lame qui représentait la zonule n'était pas la continuation de la membrane hyaloïde — opinion qui était admise jusqu'alors [Saint-Yves 1722 (1), Petit 1726 (2), Winslow 1732 (3), Maître-Jean 1740 (4)], mais que la lame zonulaire était seulement accolée à la mem-

brane hyaloïde. Jusqu'à une époque qui n'est pas très éloignée de nous, la zonule était considérée comme une lame, une membrane très mince qui, soit qu'elle provînt de l'hyaloïde, soit des procès, ou qu'elle fût simplement accolée à la première ou aux procès, allait s'insérer à la cristalloïde. Les recherches de Schwalbe, 1872 (18), sur le canal de Petit, et celles de Hocquard et Masson, 1883 (36), sur la zonule ont démontré que cette membrane n'existe pas et que la zonule est constituée par une série de fibrilles réunies çà et là par une substance cimentante. La question est devenue encore plus controversée lorsque beaucoup d'auteurs ont admis la provenance des fibres zonulaires soit du corps vitré ou de la membrane hyaloïde, soit des procès ciliaires ou d'une lamelle tapissant les cellules des procès. Il s'est même trouvé quelques auteurs, comme Camper, Doellinger, Home, Retzius, Finckleiner, Heiberg, Nuhn, etc., qui ont dit que les fibres zonulaires présentaient des stries transversales et que ces stries pouvaient se mettre en évidence par certains réactifs; d'où ils ont émis l'avis que les fibres zonulaires peuvent être prises pour des fibres musculaires striées.

Parmi les nombreuses opinions qui ont été émises, on peut en retenir trois principales, qui sont :

- 1° Les fibres zonulaires proviennent du corps vitré ;
- 2° Les fibres zonulaires proviennent du corps vitré et des procès ciliaires ;
- 3° Les fibres zonulaires proviennent des procès ciliaires seulement.

Nous nous proposons, dans cet article, d'exposer, en suivant l'ordre chronologique, ces diverses manières de voir.

I. — Auteurs qui font provenir les fibres zonulaires du corps vitré et de la membrane hyaloïde

C'est par cette opinion que l'histoire de la zonule avait commencé, mais, pour ne pas être trop long, nous reprendrons seulement, dans notre historique, les données les plus récentes.

Ulrich, 1880 (29), prétend que les faisceaux zonulaires s'élargissent comme un balai et vont se terminer dans le corps vitré, en arrière de l'*ora serrata*, par des fibrilles très minces.

Koelliker, 1882 (33), parlant de la membrane hyaloïde, remarque qu'à partir de l'*ora serrata*, elle devient plus épaisse, se divise en deux lames dont l'antérieure, adhérente aux procès ciliaires, constitue la zone de Zinn proprement dite.

Aeby (30), la même année, après avoir fait macérer l'œil, put en extraire tout le contenu transparent et l'examiner sous l'eau. Il vit que le corps vitré est enveloppé d'une membrane hyaloïde et que, du pourtour antérieur du corps vitré sortent les fibres zonulaires plissées qui vont s'épanouir sur la cristalloïde. Poussant les macérations plus loin dans l'acide chlorhydrique ou azotique, il vit encore que les faisceaux zonulaires s'enlevaient avec le corps vitré et se détachaient du cristallin.

Brailey (32) décrivait, la même année, les fibres zonulaires comme des fibres provenant du corps vitré, fibrilles très minces (*extremely fine*) et qui, sur les coupes, ne se distinguaient que très difficilement du corps vitré.

Plus tard, 1886, Haensell (44), parlant du développe-

ment et de l'histogenèse du corps vitré, affirma que ce dernier, était constitué de deux parties, dont la centrale servait à la formation de la zone de Zinn et du canal de Cloquet.

De son côté, Schoen (46) disait qu'en arrière de l'*ora serrata* les fibres zonulaires s'appliquaient sur l'hyaloïde et même se soudaient avec cette membrane.

Cette même année, parut l'article de Schwalbe (47) sur la zonule de Zinn, dans lequel il parle des fibres originaires qui partent de la limitante interne des espaces de Kuhnt, et qui se perdent soit sur les fibres zonulaires radiées, soit sur la cristalloïde, soit encore à la surface interne d'un autre point du corps ciliaire. Mais, pour lui, ces fibres n'ont rien de commun avec la zonule proprement dite, qu'il décrit de la manière suivante : « La zonule ciliaire (zonule, *zonula Zinnii*) est la continuation de la membrane hyaloïde disposée en plis radiés qui se rendent à la cristalloïde »; et plus loin : « La partie de la zonule qui se trouve, ainsi que nous venons de le décrire, attachée au corps ciliaire, représente une membrane hyaline fermée, dans laquelle on peut reconnaître une striation radiée, partant de l'*ora serrata* jusque vers les sommets des procès ciliaires, en devenant plus nette et plus serrée. L'origine de cette striation sont les fibres zonulaires. »

Hache, 1889 (49), dans sa communication à la Société de biologie sur l'hyaloïde et la zone de Zinn, dit : « Enfin, avant d'atteindre le sommet des procès ciliaires, les faisceaux les plus superficiels (du corps vitré), parallèles entre eux, se réunissent sous forme de petits tendons aplatis, fréquemment anastomosés, qui vont s'insérer sur la cristalloïde..... » Et, dans sa troisième conclusion : « La zonule de Zinn appartient en réalité au corps vitré. »

Cette opinion a été reprise, il y a à peine six ans, 1894, par Retzius (60), qui, d'après ses recherches, conclut à la provenance des fibres zonulaires de la membrane hyaloïde et du corps vitré, et, comme Hache, émit l'avis que l'origine des fibres zonulaires n'était pas autre chose qu'une condensation plus prononcée des fibres du corps vitré. Avec lui, nous terminons la liste des auteurs qui ont considéré la zonule soit comme une continuation de l'hyaloïde qui se dédoublerait en avant de l'*ora serrata* pour aller s'insérer sur la cristalloïde, soit encore comme une condensation de certaines fibres du corps vitré.

II. — Auteurs qui font provenir les fibres zonulaires à la fois du corps vitré et de la « pars ciliaris retinæ » ou des procès ciliaires.

D'après Iwanoff, 1869 (12), le corps vitré et la limitante interne de la rétine sont si intimement unis au niveau de l'*ora serrata* qu'il est impossible de les séparer l'un de l'autre. S'il est démontré clairement que les fibres de la zonule naissent de la substance du corps vitré en arrière de l'*ora serrata*, il peut être aussi démontré que l'origine des fibres ne se termine pas à cette ligne. La zonule et le vitré, en avant de l'*ora serrata*, sont confondus.

Merkel, 1870 (13), exprime la même manière de voir.

Cadiat, 1876 (22), dans sa thèse d'agrégation, dit qu'au niveau des procès ciliaires, on n'aperçoit à l'œil nu qu'une seule membrane formée par l'accolement de la limitante interne épaissie et de la membrane hyaloïde : c'est la zone de Zinn.

Berger, 1883 (34), dans un article sur l'anatomie de la zonule de Zinn, fait provenir cette dernière du corps vitré

par un petit nombre de fibrilles, tandis que le reste des fibrilles est envoyé de la limitante interne et de sa continuation, la lamelle vitrée de la portion ciliaire de la rétine. Il décrit encore d'autres fibrilles, celles-ci courtes et très fines, qui partent des procès ciliaires et qui servent à rattacher ceux-ci à la zonule.

La même année, 1883, ont paru les recherches de Hocquard et Masson (36), d'après lesquelles la zonule n'est pas constituée par une lamelle, mais par un système de cordelettes indépendantes. Ces cordelettes se résolvent en un pinceau de fibrilles dont les postérieures se perdent dans le corps vitré, la rétine et la membrane basale de la *pars ciliaris retinae*, tandis que les antérieures vont dans la cristalloïde.

Quelques années plus tard, 1889. Hocquard (50) communiqua quelques recherches sur l'appareil accommodateur décrivant des fibres zonulaires qui donnent des attaches radiculaires dans la partie ciliaire de la rétine, tandis que certaines des fibres postérieures de la zonule s'entrelacent avec la membrane hyaloïde dans la région de l'*ora serrata*.

Garnier, 1891 (55), dans son article sur la zonule, conclut qu'elle provient du mésoderme de la vésicule oculaire secondaire, mais que, dans l'œil adulte, le rapport anatomique qui existait avec le corps vitré n'est plus si intime. D'autre part, les fibrilles zonulaires sont solidement adhérentes à l'épithélium du corps ciliaire et, quand il essayait de les arracher, les cellules épithéliales restaient attachées à ces fibrilles. Il a trouvé encore dans l'œil des nouveau-nés des fibres zonulaires qui portaient des procès ciliaires, même de l'angle de la chambre postérieure.

En 1893, nous nous trouvons en présence d'une description assez longue faite par Berger dans son *Anatomie*

normale et pathologique de l'œil sur l'appareil suspenseur du cristallin (58). Dans l'embryogénie de la zonule, il dit que : « les fibres zonulaires dérivent du mésoblaste et ne sont autre chose que des cellules de la partie antérieure du corps vitré transformées en fibres longitudinales ». Mais, ce qui nous intéresse le plus dans sa description embryologique, c'est la question des rapports du cristallin avec les parties environnantes. Berger a montré, en effet, que le cristallin reste en contact avec la paroi interne de la vésicule oculaire secondaire pendant un certain temps de la vie intra-utérine et même pendant que le corps vitré se développe ; puis que, plus tard, quand les membranes de l'œil se développent et s'accroissent beaucoup plus rapidement que le cristallin, les liens fibreux entre le cristallin et la portion ciliaire de la rétine s'étirent en formant d'abord des fibres longitudinales à noyaux qui, après la disparition de ces derniers, constituent le ligament suspenseur du cristallin. Plus loin, dans sa description histologique, il parle des fibres zonulaires provenant du corps vitré : « Les fibres zonulaires qui se développent à la surface du corps vitré représentent des fibrilles primitives extrêmement minces ; les fibres sont un peu ondulées et dirigées en faisceaux rayonnant en arrière comme un éventail » ; puis, des fibres zonulaires prenant naissance à la membrane limitante interne et à la lame vitrée : « C'est seulement sur une étendue de 1 mm. environ, en avant de l'*ora serrata*, que des fibres zonulaires très fines prennent naissance de l'*orbiculus ciliaris* ».

III. — Auteurs qui font provenir les fibres zonulaires, non pas de l'hyaloïde ou du corps vitré, mais seulement de la « pars ciliaris retinæ » ou des procès ciliaires.

Nous attirons particulièrement l'attention sur cette catégorie d'auteurs parce que l'opinion qu'ils défendent est relativement neuve et n'est pas encore classique ; bien qu'à notre avis, elle reproduise fidèlement la vérité.

Gerlach, 1880 (28), parle, le premier, nettement, de la provenance des fibres zonulaires de la *pars ciliaris retinæ*. Cette opinion n'a pas tardé à être partagée par beaucoup d'autres auteurs.

Dessauer, 1883 (35), conclut de ses recherches personnelles que la zonule n'est pas en rapport direct avec la membrane hyaloïde, qu'elle s'applique bien sur la partie aplatie du corps ciliaire et sur les procès ciliaires et que, soigneusement enlevée, elle donne l'empreinte exacte des procès.

Le travail de Claeys, 1886 (42), nous a tout particulièrement intéressé. L'auteur parle d'un lakis fibrillaire qui double la face interne des cellules de la portion ciliaire de la rétine. De ce lakis, partent des fibrilles qui suivent deux directions différentes, les unes toutes droites, d'une direction d'arrière en avant et de dehors en dedans, formant de petits faisceaux, qui ne sont autre chose que les fibres zonulaires, tandis que les autres constituent la charpente fibrillaire qui embrasse les cellules.

L'année suivante, Czermak, 1887 (43), dit nettement que l'origine des fibres zonulaires est la lamelle vitrée de la portion ciliaire de la rétine et qu'aucune ne vient du

corps vitré. Plus loin, il dit que la lamelle vitrée se continue en arrière dans la couche limitante du corps vitré et que le ligament suspenseur, décrit par les auteurs, n'est pas la zonule, mais la lamelle vitrée de la *pars ciliaris retinae*. Il parle encore des plaques endothéliales et des cellules migratrices qui se trouvent entre les fibres zonulaires auxquelles elles adhèrent par leur prolongement protoplasmique.

Topolanski, 1891 (57), remarque que les fibres postérieures de la zonule de Zinn tirent leur origine de la membrane basale qui recouvre l'extrémité libre de l'épithélium de la *pars ciliaris retinae* à une courte distance en avant de l'*ora serrata* et que les fibres antérieures proviennent des procès et des vallées ciliaires.

Nous arrivons au travail de Collins, 1891 (53), qui nous paraît, d'après nos recherches personnelles, l'un des meilleurs parus sur la question. L'auteur dit que pendant longtemps le cristallin reste en contact avec la paroi interne de la vésicule oculaire secondaire. Plus tard, quand le corps vitré se développe, il se sépare de la paroi postérieure, mais, sur ses côtés, il reste encore en contact. La gaine fibro-vasculaire se développe, enveloppe le cristallin et prend des adhérences avec la paroi interne de la vésicule oculaire secondaire restée encore en contact avec le cristallin (*pars ciliaris retinae*). L'œil grandissant beaucoup plus vite que le cristallin, la portion du corps ciliaire, qui avait contracté des adhérences avec la membrane vasculaire du cristallin, se sépare. Les adhérences s'étirent, les cellules qui les composent s'allongent et se transforment en fibres avec un noyau ; les noyaux disparaissent et il ne reste que des fibrilles très minces et très

déliçates. constituant le ligament suspenseur dans l'œil adulte.

Schoen (W.), 1895 (61), décrit dans la *pars ciliaris retinae* un certain nombre de cellules effilées par leur extrémité interne et semblant se continuer avec les fibres zonulaires, d'où il conclut que ces dernières proviennent de ces cellules.

Le travail très intéressant d'Agababow, 1897 (64), sur l'origine et la nature des fibres zonulaires nous paraît d'une importance capitale. Pour cet auteur, les fibres zonulaires prennent leur origine en avant de l'*ora serrata* naissent de la *pars ciliaris retinae*, d'où certaines d'entre elles se dirigent vers le corps vitré, d'autres vers les procès ciliaires et la plus grande partie vers le cristallin. En dehors, on peut poursuivre ces fibres entre les cellules épithéliales de la *pars ciliaris retinae*, où elles se perdent parmi ces dernières. Mais Agababow réfute les théories d'après lesquelles les fibres zonulaires proviendraient de la lamelle vitrée de la *pars ciliaris retinae*, ou bien qu'elles seraient la continuation des prolongements des cellules épithéliales ou encore qu'elles proviendraient du corps vitré. A cause de leur nature, il les rapproche des fibres élastiques et, se basant sur diverses colorations, il les fait plus voisines des fibres de la névroglie.

Nous voilà, enfin, à la thèse inaugurale de Terrien, 1898 (65) sur la structure de la rétine ciliaire et l'origine des fibres de la zonule de Zinn. Après une longue étude, très minutieuse, Terrien conclut à l'identité des fibres zonulaires avec les fibres de soutien de la rétine, et à cause de l'importance que nous attribuons à ce travail, nous allons citer celles de ses conclusions qui se rapportent aux fibres zonulaires :

« II. — Les fibres de la zonule naissent toutes de la rétine ciliaire, un peu en avant de l'*ora serrata* ; aucune ne vient du vitré. Parties de la *pars ciliaris retinae*, elles vont se jeter pour la plupart sur les faces antérieure et postérieure du cristallin et sur l'équateur de cette lentille en formant là un espace triangulaire à sommet supérieur baigné par l'humeur aqueuse et décrit à tort sous le nom de « canal de Petit ». D'autres se jettent soit sur la membrane hyaloïde, soit sur la rétine ciliaire elle-même en reliant, à la façon d'un pont, deux points de cette membrane plus ou moins éloignés l'un de l'autre (fibres d'association).

» III. — Au niveau de la rétine ciliaire, elles ne s'arrêtent pas à la membrane basale, qu'on décrit généralement comme recouvrant l'extrémité libre des cellules claires et qui n'existe pas en réalité. Arrivées à peu de distance de ces cellules, elles se dissocient en un pinceau de fibrilles dont chacune pénètre dans l'interstice limité par deux cellules contiguës, traverse la couche pigmentée et va s'insérer à la face interne de la lame vitrée de la choroïde, qui présente, à ce niveau, une série d'élevures et de dépressions peut-être en rapport avec l'insertion des fibres zonulaires.

» IV. — Les fibres de la zonule se comportent donc en tous points comme des fibres de soutien, qui, au lieu de se terminer en dedans par une base élargie pour former la limitante interne de la rétine, continueraient leur trajet et iraient se perdre, la plupart, sur le cristallin, quelques-unes sur la membrane hyaloïde, d'autres sur la rétine ciliaire elle-même.

» V. — On peut ainsi considérer les fibres de la zonule comme des fibres de Müller extrêmement allongées...

» VI. — Les fibrilles de la zonule seraient donc d'origine ectodermique, comme la rétine elle-même... »

Article II

RECHERCHES PERSONNELLES ET CRITIQUE DES OPINIONS

Nous avons examiné les opinions émises par les différents auteurs sur la nature et sur les rapports de la zonule. Mes recherches actuelles m'ont profondément ancré dans la conviction que cette membrane n'a rien à faire avec le corps vitré et l'hyaloïde, et qu'elle est formée de fibres distinctes naissant des procès ciliaires ou de la portion de la rétine située en avant de l'*ora serrata*. C'est, du reste, une donnée qui n'est pas nouvelle, et, pour ne citer que les auteurs les plus récents, je renverrai aux figures 1, pl. I, de l'anatomie de Berger (58) et 6, pl. 32 de Retzius (60), dans lesquelles cette disposition est figurée d'une manière très nette. D'ailleurs, non seulement les fibres de la zonule ne s'insèrent pas sur le corps vitré, ni sur l'hyaloïde, pour se porter ensuite sur le cristallin, mais, encore, elles diffèrent profondément, par leurs caractères, des fibres qu'on peut rencontrer dans le corps vitré. Elles sont d'abord beaucoup plus réfringentes que ces dernières, plus fines, droites, jamais onduleuses, et elles ne se colorent pas de la même façon (*staare Fasern und lockere, wellenformige Fasern* de Henle). Tandis que les fibres du corps vitré se colorent bien avec l'hématéine, celles de la zonule restent incolores. Sous l'action du picro-carmin, le corps

vitré se teint légèrement en rose, les fibres de la zonule en jaune pâle. Leurs caractères chimiques sont aussi différents. Agababow même dit que, par leur nature, les fibres zonulaires se rapprochent des fibres élastiques, tandis que, par les moyens histologiques de coloration, elles sont très voisines des fibres de la névroglie. Berger mentionne qu'elles se colorent très facilement par le carmin et l'hématoxiline, et Terrien fait remarquer qu'elles sont très différentes du corps vitré chez l'adulte, et que, « nulle part, on n'assiste à cette transformation (du corps vitré en fibres zonulaires) chez l'embryon ». Enfin, sur quelques-unes d'entre elles, on voit des noyaux accompagnés d'une petite quantité de protoplasma disposé en fuseau étroitement appliqué contre la fibre.

Toutes les fibres zonulaires ne viennent pas des procès ciliaires, quelques-unes naissent de l'épithélium situé en avant de l'*ora serrata*, et ces dernières, appliquées parallèlement à la surface de cet épithélium, ont pu être confondues quelquefois avec l'hyaloïde et c'est de cette manière que l'on peut expliquer l'opinion des auteurs qui admettent le prolongement de l'hyaloïde en avant, pour former la zonule. Zonule et hyaloïde sont donc pour nous des parties différentes et ne se continuant pas l'une par l'autre. Comment peut-on expliquer dans ce cas les données de nombreux auteurs, entre autres Aeby, qui en ouvrant l'œil par sa partie postérieure, ont pu isoler comme un tout le corps vitré, la zonule et le cristallin ? Il faut remarquer que de semblables préparations ont été obtenues avec des yeux ayant macéré. Dans ce cas (voir *Hist.* page 42), on peut admettre que l'épithélium de la *pars ciliaris retinae* s'étant détaché du corps des procès ciliaires par macération, la zonule qui en dépend aurait perdu ses inser-

tions ciliaires et serait restée adhérente au cristallin et au vitré simplement à cause des rapports qui existent entre eux. J'ai fait quelques recherches qui m'ont permis de voir qu'en effet cette desquamation de l'épithélium a parfaitement lieu dans les yeux traités comme il a été dit. Bien que la zonule ne puisse en aucune manière être considérée comme rattachée au corps vitré, il n'en est pas moins vrai cependant qu'il existe entre elle et ce dernier une certaine adhérence pendant la vie. Cette union peut tenir à diverses causes : 1° à la viscosité bien connue du corps vitré ; 2° à une pénétration réciproque du vitré et de la lame postérieure de la zonule, se faisant à travers les innombrables perforations que présente cette dernière, puisque la zonule n'est pas une membrane continue, mais un treillage de fibres ; 3° enfin, parce qu'il existerait d'après certains auteurs (Agababow, Terrien, etc.) des fibres qui, parties des procès ciliaires, iraient se perdre dans le corps vitré.

La zonule se rattache aux procès ciliaires et plus exactement à l'épithélium de la *pars ciliaris retinae* entre l'*ora serrata* et l'angle irido-ciliaire. Pour bien comprendre, maintenant, la nature des fibres zonulaires et la place qu'elles doivent occuper dans les cadres histologiques, il convient d'en étudier le développement, au moins en partie.

Chez les animaux nouveau-nés, tels que le chat, le chien, le lapin, qui naissent les yeux fermés, la zonule est déjà représentée par quelques fibres comme on peut le voir dans les figures 4 et 5, pl. II. De plus chez ces animaux, les procès ciliaires adhèrent sur une large surface au cristallin sur lequel ils s'appliquent étroitement (mêmes figures). Ces rapports intimes entre les procès

ciliaires et le cristallin nous ont beaucoup frappé dès le début de nos recherches et nous ont permis de comprendre d'une manière très simple, comme on le verra plus tard, la genèse des fibres zonulaires. Ils ont été signalés par d'autres auteurs, tels que Berger (voir page 46) et Collins (voir page 48), mais ils ont été contestés par d'autres, tels que Terrien, etc.

En présence de ces divergences, nous avons apporté une attention toute particulière sur ce point et nous nous sommes convaincu qu'il existe bien des rapports de contiguïté très étroits entre le cristallin et les procès ciliaires à un moment du développement. De plus, non seulement les procès ciliaires sont appliqués contre le cristallin, mais ils lui sont accolés par une substance tenace qui les fixe énergiquement contre lui, et il n'est pas rare de voir, sur les coupes où les membranes de l'œil ont été écartées artificiellement, des lambeaux des procès ciliaires restés adhérents sur quelques points de la périphérie du cristallin, tandis que le reste des procès ciliaires est arraché et rejeté au dehors. Plusieurs faits montrent bien qu'il ne s'agit pas là d'adhérences secondaires artificiellement produites par les réactifs et résultant, par exemple, de la coagulation de produits albumineux qui auraient ainsi soudé secondairement des parties indépendantes. En effet, on voit souvent dans les coupes totales d'œil le cristallin légèrement déformé présenter des facettes qui répondent à l'impression des procès. Les figures 7 et 8, pl. III, montrent justement une de ces facettes à la surface du cristallin. Ces déformations sont incontestablement produites par la pression exercée par les procès ciliaires sur le cristallin au moment où ont agi les réactifs. C'est donc, là encore une preuve évidente qu'il existe, entre ces deux

organes à l'état normal, des rapports de contiguïté. Mais de plus, et ce qui montre bien l'adhérence solide des procès, c'est la rupture qui se produit lorsque le corps ciliaire est écarté du cristallin à la suite des manipulations, comme le montrent les figures 7 et 8, pl. III. Dans la figure 7, la membrane capsulaire (*cap*) a même été clivée en deux moitiés, dont l'une est restée adhérente à la cristalloïde, tandis que l'autre est demeurée attachée aux cellules des procès ciliaires. Il y a donc une adhérence parfaite entre les procès ciliaires d'une part et les enveloppes du cristallin de l'autre. Cette adhérence me paraît due à une substance sécrétée par les cellules claires de l'épithélium des procès ciliaires qui se souderait à la membrane vasculaire du cristallin. On voit, en effet, sur certaines préparations des lignes d'une substance réfringente, tendues entre les cellules des procès et la capsule vasculaire, notamment sur les points où il n'y a qu'un très faible écartement entre ces deux formations, comme celui qui existe sur la partie inférieure de la figure 8, pl. III.

Ces lignes de substance réfringente n'existent pas sur cette figure parce qu'elles ne se rencontraient point dans la préparation qui a servi à la dessiner; mais je les ai observées dans un grand nombre de préparations analogues. Ce détail de structure permet de concevoir très simplement le développement des fibres zonulaires. Il est probable que ces fibres sont engendrées par l'étirement en longs fils du produit de sécrétion qui unit, à un moment donné, le cristallin et les procès ciliaires. Au fur et à mesure que ces deux organes s'écartent l'un de l'autre, ces fibres s'étirent de plus en plus et prennent finalement l'aspect qu'elles ont chez l'adulte. Cette conception a

l'avantage de faire entrevoir d'une manière bien simple le développement de la zonule, qu'il serait assez difficile de comprendre autrement. En effet on ne se rendrait pas aisément compte de la raison pour laquelle des fibres zonulaires, considérées comme des formations libres, parties des procès, iraient s'insérer exactement au point qu'il convient, tandis que, si l'on se rappelle que les procès ciliaires s'appliquent exactement, tout d'abord, sur les points où s'inséreront plus tard les fibres zonulaires, on concevra aisément que la direction et l'implantation de ces fibres soient assurées d'une manière parfaite. Du reste, ce n'est pas une idée absolument neuve, et on trouve, en se rapportant à l'historique, une hypothèse très voisine de celle-ci, celle de Collins. Toutefois, ma manière de voir diffère un peu de celle de l'auteur anglais, comme je le montrerai plus loin.

Cette description de la genèse des fibres zonulaires explique parfaitement la disposition et les rapports que l'on observe chez l'adulte.

Nous devons voir maintenant, de plus près, comment elles se comportent au niveau des procès ciliaires. Notre figure 9, pl. III, empruntée à l'œil du lapin albinos fixé par le formol picrique, inclus dans la paraffine et coloré à l'hématéine et à l'éosine, montre bien les rapports de ces fibres avec les cellules. On voit les fibres zonulaires (*fz*) soit simples, soit formées par la réunion de deux fibres, s'approcher de l'épithélium et s'enfoncer entre les cellules de ce dernier, où l'on peut les suivre sur une certaine longueur. Tantôt les fibres sont vues entre les cellules, tantôt, au contraire, elles paraissent traverser le corps de la cellule elle-même (*f*, *z'*). Mais en réalité, dans ce cas, il s'agit d'une fibre passant soit en avant, soit en arrière de

la cellule considérée, et simplement appliquée contre ses faces. Sur différentes préparations traitées par divers réactifs colorants, tels que la safranine et le vert-lumière (coloration de Benda), la safranine, le violet de gentiane et l'orange G (coloration de Flemming), on peut suivre très aisément ces fibres, toujours fortement colorées en rouge par l'éosine, en vert par le vert-lumière, en acajou clair par l'orange G. On les suit aisément jusque vers la moitié des grandes cellules claires de la rangée de l'épithélium et même au-dessous de cette moitié, jusque vers la base de ces cellules. Mais je n'ai jamais pu les voir se continuer entre les cellules de la rangée externe de l'épithélium ciliaire, ainsi que l'ont dit Claves et Terrien (le lecteur est prié de se reporter à l'historique pour voir la description donnée par ces auteurs). Pour moi, je pense que les fibres en question sont formées tout simplement par un produit de sécrétion des cellules de la rangée interne de l'épithélium ciliaire, sécrétion qui s'est faite sur la face libre ou interne et sur les faces latérales de ces cellules.

On voit, en effet, fréquemment une fibre zonulaire arrivée sur le sommet d'une cellule se bifurquer pour le coiffer en quelque sorte d'une lamelle très mince de substance colorée, ce qui revient à dire que cette substance, sécrétée par la surface libre de la cellule, s'est réunie en un filament unique. Quant aux prolongements intra-épithéliaux des fibres zonulaires, ils s'expliquent facilement, dans ma manière de voir, par ce fait que chacun d'eux représente la sécrétion contenue dans un de ces canaux péri-cellulaires que l'on a décrits autour des cellules glandulaires. Les fibres zonulaires ne sont donc

pour moi que des produits de sécrétion des cellules épithéliales.

Je discuterai plus loin les autres opinions émises sur ce sujet. Mais je ferai remarquer dès maintenant que l'absence d'une lame vitrée à la surface interne de l'épithélium des procès, sur laquelle a déjà insisté Terrien, vient encore à l'appui de mon hypothèse. De plus, on peut remarquer dans la rangée interne de l'épithélium des procès certaines cellules étroites, très allongées et à protoplasma beaucoup plus fortement coloré que celui des autres cellules (fig. 9, pl. III, *cc.*). Avec les différentes matières colorantes employées, je me suis bien rendu compte que la coloration des cellules se rapproche beaucoup de celle des fibres zonulaires et j'ai pu apercevoir quelquefois ces cellules comme à demi-sorties de l'épithélium et placées en partie en dehors de lui le long d'une fibre zonulaire, avec laquelle elles semblaient se continuer. On pourrait se demander si ces cellules ne seraient pas plus spécialement chargées de la production des fibres zonulaires, qui seraient alors formées par un simple étirement de leur substance. Telle est du reste à peu près l'opinion qu'ont émise Collins en 1891 (53) et W. Schoen en 1895 (61).

Bien que cette manière de voir ait l'avantage d'expliquer la présence, maintes fois signalée, du corps cellulaire à la surface des fibres de la zonule, je ne vois pas qu'elle suffise pour expliquer la production de toutes les fibres zonulaires. En effet, on ne rencontre pas des cellules fortement colorées dans les procès des animaux nouveaux et la pénétration de fibrilles zonulaires entre les cellules ordinaires de l'épithélium montre bien que ces fibres peuvent prendre naissance sur toute l'étendue de l'épi-

thélium, et aussi bien entre les cellules non différenciées qu'un niveau de ces dernières.

Discutons maintenant les opinions des auteurs sur la nature et l'origine des fibres zonulaires.

Berger, qui a bien deviné leur production par une sorte d'étirement (voir page 46), les considère comme des petites fibres connectives. Hache les assimile même à de petits tendons. Cette manière de voir ne peut résister à la description que nous venons de faire. Il est clair que les fibres zonulaires n'ont rien de commun avec des formations connectives, dont elles ne présentent pas, du reste, les réactions chimiques.

Terrien, qui a beaucoup insisté sur ces réactions, a émis l'hypothèse singulière qu'elles répondent aux fibres de soutien ou fibres de Müller de la rétine. Cette hypothèse me paraît absolument dénuée de fondement. Les fibres de Müller de la rétine sont des éléments de soutien extrêmement compliqués et dont la présence s'explique par la complexité et par le nombre des couches de la rétine. Elles ont là un rôle de soutien et d'isolement à remplir, et toute leur structure est adaptée à cette double fonction. Mais comment concevoir dans un épithélium aussi simple que celui de la *pars ciliaris retinae*, des éléments comparables à ceux que l'on trouve dans la rétine? La forme des cellules et leur structure tiennent, on l'a dit depuis bien longtemps, à deux facteurs principaux : à leur fonction et à la place qu'elles occupent parmi les autres cellules du même organe. Mais il semble absolument illogique de chercher, dans deux organes aussi distincts que la rétine et ce qu'on a appelé sa partie ciliaire, un même élément histologique ; il serait aussi raisonnable de chercher des cellules nerveuses dans l'épithélium épen-

dimère qui recouvre les plexus choroïdes. Du reste, il est assez difficile, en s'en tenant à la forme, d'établir une comparaison, même superficielle, entre les fibres zonulaires et les fibres de Müller. Les fibres zonulaires, en effet, sont loin de présenter toutes un noyau et par conséquent elles ne possèdent pas le caractère d'un élément cellulaire complet, que nous offrent toujours toutes les fibres de Müller. Leur forme ne rappelle en rien non plus celle de la fibre en question et c'est en vain que Terrien a insisté dans un second travail (« Mode d'insertion des fibres zonulaires sur le cristallin et le rapport de ces fibres entre elles ». *Arch. d'Opht.*, t. XIX, 1899) (66), sur l'implantation de ces fibres par un pied élargi en entonnoir, tant sur la surface du cristallin que sur la vitrée et la choroïde, entre les cellules externes des procès. Cette analogie avec l'insertion des fibres de Müller sur la limitante interne de la rétine, ne constitue pas une démonstration suffisante de cette hypothèse. Il nous reste, en outre, un dernier argument à faire valoir contre l'homologie proposée par Terrien. C'est que les fibres de soutien que l'on rencontre dans les centres nerveux ne sortent jamais des limites de l'épithélium dans lequel elles ont pris naissance, tandis que les fibres zonulaires, et surtout dans la conception de Terrien, qui n'admet pas leur formation par étirement, auraient la plus grande partie de leur corps située en dehors de l'épithélium auquel elles appartiennent ; ce qui est absolument inadmissible, autant que cette prétention de chercher des éléments analogues dans des parties aussi différentes fonctionnellement que celles dont il est question ici.

La communauté d'origine embryologique de la rétine et de sa *pars ciliaris* n'autorise pas plus à décrire dans

cette dernière des fibres de soutien qu'à en chercher à la face postérieure de l'iris, dont l'épithélium est la simple continuation en avant de l'épithélium de la partie ciliaire. L'opinion de Collins, qui regarde ces fibres comme formées par l'étirement de certaines cellules, est évidemment beaucoup plus probable et je l'admettrais volontiers pour un certain nombre de fibres. Mais les remarques que j'ai faites plus haut et qui signalent l'absence des cellules différenciées et fortement colorées dans les procès ciliaires des animaux nouveau-nés, à un moment où viennent de se former et se forment encore un grand nombre de fibres zonulaires, ne me permet pas de me rallier entièrement à cette opinion. Agababow ne se prononce pas sur l'origine de ces fibres. Il se contente seulement de mettre en lumière leurs caractères propres, les rapprochant étroitement de formations épithéliales, telles que les fibres de la névroglie. Il fait aussi remarquer qu'on peut poursuivre leur insertion parmi les cellules épithéliales de la couche interne des procès ciliaires, et, avec beaucoup de prudence, il n'a pas décrit cette insertion au delà de la portion moyenne de ces cellules, bien loin de la conduire, avec Clayes et Terrien, jusqu'à la vitrée de la choroïde. Si l'on n'accepte pas l'idée de Terrien, qui doit être absolument rejetée, je le répète, ni celle de Collins, comment peut-on donc envisager la nature des fibres zonulaires ?

Je proposerai ici, à titre d'hypothèse, une idée qui m'a été suggérée par M. Vialleton. Frappé du développement par étirement des fibres zonulaires, de leur nature propre de produit de sécrétion, et de ce fait qu'elles paraissent être engendrées par les cellules des procès ciliaires, mon maître a pensé que les fibres zonulaires peuvent être

comparées aux fibres du *byssus* des mollusques lamellibranches, fibres sécrétées par les cellules épithéliales de glandes spéciales (glandes byssogènes), placées dans le pied de ces animaux. Certains caractères des fibres du *byssus* se rapprochent, en effet, beaucoup de ceux des fibres zonulaires (rigidité, réfringence, transparence au début de leur formation, etc.). A mon grand regret, je n'ai pu faire de recherches sur l'appareil byssogène des lamellibranches et je n'ai pu trouver dans la thèse très complète de Théodore Barrois (Th. de la Faculté des sciences de Paris 1883) (38), des détails histologiques assez circonstanciés pour permettre une comparaison approfondie entre le mode de sécrétion des fibres du byssus et celui des fibres zonulaires. En effet, préoccupé surtout d'étudier l'anatomie comparée de l'appareil byssogène dans un grand nombre d'espèces, afin de former une étude d'ensemble très solidement établie de cet appareil, bien plus qu'à élucider le processus intime de la sécrétion du byssus, Théodore Barrois ne donne pas de figures faites à un grossissement suffisant pour juger des rapports des cellules épithéliales de la glande avec les fibres du byssus.

Je ne puis donc présenter l'idée que m'a suggérée M. Vialleton qu'à titre d'hypothèse et c'est à ce titre seulement qu'il m'a autorisé à la citer dans mon travail, espérant qu'elle sera reprise et critiquée par ceux qui s'occuperont de cette question.

Il me semble que cette manière de considérer les fibres zonulaires permet de comprendre d'une manière très simple la structure de la zonule et son mode de développement.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1. La *cristalloïde* a une origine complexe comme l'ont déjà soutenu plusieurs auteurs. Elle comprend, en effet, trois parties principales, qui sont :

1° En dedans, une lamelle cuticulaire très mince répondant à une sécrétion des cellules épithéliales de l'ébauche du cristallin et qui existe déjà avant l'apparition d'aucun élément mésodermique autour de ce dernier ;

2° Une couche moyenne, produite sous l'influence de la membrane vasculaire qui entoure le cristallin jusqu'à la naissance ;

3° Une couche externe formée par cette membrane vasculaire elle-même après résorption et disparition complète des vaisseaux et de tous les éléments cellulaires qu'elle pouvait contenir. Cette dernière lame répond à ce que Berger a appelé « la lamelle zonulaire » de la *cristalloïde*. Son origine aux dépens de la membrane vasculaire est irréfutablement prouvée par ce fait que, chez les fœtus, les fibres zonulaires s'insèrent directement sur la membrane vasculaire.

Ces trois couches sont, du reste, parfaitement fondues entre elles et forment un tout homogène, dans lequel il est impossible de les distinguer les unes des autres : la délamellation de la *cristalloïde* ne peut être obtenue que

par l'action d'agents chimiques énergiques ou à la suite de troubles profonds de la nutrition.

II. La *zonule de Zinn* se rattache tout entière à la portion de la *pars ciliaris retinae*, comprise entre l'*ora serrata*, et l'angle irido-ciliaire (Topolanski, Collins, Agababow, Terrien, etc.).

Les fibres zonulaires sont formées par une sécrétion des cellules épithéliales de la couche interne de la *pars ciliaris*. On peut suivre leur racine jusque dans cette couche, entre les cellules de laquelle elles s'enfoncent plus ou moins profondément.

La fixité et la régularité de l'insertion des fibres sur le cristallin s'expliquent par le développement. En effet, chez les fœtus, les procès ciliaires s'appliquent étroitement sur le cristallin, auquel ils adhèrent d'une manière solide, probablement par l'intermédiaire de cette substance sécrétée. Au fur et à mesure que le globe de l'œil grandit, comme son accroissement est beaucoup plus rapide que celui du cristallin, les procès ciliaires s'écartent de ce dernier, auquel ils restent attachés par les fibres zonulaires qui s'étirent de plus en plus. Ce mode de production des fibres zonulaires permet de les comparer jusqu'à un certain point aux fibres du *byssus* des lamellibranches.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. SAINT-YVES, 1722. — Traité des maladies des yeux.
2. PETIT (J.-L.), 1726. — « La zonule de Zinn. » — Mém. de l'Académie. Paris.
3. WINSLOW, 1732. — Exposition anatomique du corps humain.
4. MAÎTRE-JEAN, 1740. — Traité des maladies de l'œil. — Paris.
5. ZINN, 1755. — Descr. anat. oculi humani — Gottingae.
6. VALENTIN, 1843. — « Mikroskop. Untersuchungen zweier wiederzeugter Krystallinsen des Auges. » — Henle u. Pfenger's Zeitschr. f. rat. Med., t. I.
7. MENSONIDES, 1848. — Nederland. Lancet.
8. STRAHL (J.-C.), 1852. — « Das chemischen Material der Linsenkapsel. » — Arch. f. physiol. Heilk. Bd. XI.
9. MUELLER (H.), 1858. — « Ueber die anatomischen Verhältnisse des Kapselstaares. » — Arch. f. Ophth., Bd. III.
10. HENLE, 1866 — Handbuch der Anatomie.
11. SERNOFF 1867. — « Zum mikrosk. Bau der Linse beim Menschen und bei den Wirbelthieren. » — Arch. f. Ophth. Bd. 13.
12. IWANOFF, 1869. — « Beiträge zur normalen und. pathol. An. des Auges. » — Arch. f. Ophth. Bd. XV.
13. MERKEL (F), 1870. — « Die Zonula ciliaris, » — Leipzig.
14. KESSLER, 1871. — Entwicklung des Auges, Dorpat. Dissertation.
15. BABUCHIN, 1872. — « Die Linse ». — Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, II.

16. LIEBERKUEHN, 1872. — Ueber das Auge der Wirbelthieren Embryologie.
17. ROBINSKI, 1872. — « Zur Anatomie, Physiol. und Pathol. der Augenlinse des Menschen und der Wirbelthiere ». — Arch. v. Reichert und du Bois-Reymond.
18. SCHWALBE, 1872. — « De canali Petiti ». — Halle.
19. ZERNOFF (D.), 1872. — « Du développement de la capsule du cristallin ». — Annales d'ocul., t. 67.
20. ARNOLD (I.), 1874. — Die Linse und das Strahlenplättchen. — Graefe und Saemisch, Handbuch der Augenheilkunde. Bd. I.
21. EWART, 1874. — « Preliminary notice on an epithelial arrangement in front of the retina and on the external surface of the capsule of the lens ». — Journal of anat. and physiol.
22. CADIAT (O.), 1876. — « Du cristallin, anatomie et développements, usages et régénération ». — Thèse d'agrégation de Paris.
23. HANNOVER, 1876. — La rétine de l'homme et des vertébrés.
24. DEUTSCHMANN, 1877. — Untersuchungen über die Pathogenese der Cataract. — Arch. f. Ophth., t. XXIII.
25. HENLE (I.), 1878. — Zur Anatomie der Krystalllinse. — Abhandl. d. kgl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen. Bd. XXIII.
26. ALT, 1880. — Compendium der normalen u. path. Histologie des Auges. — Wiesbaden.
27. DEUTSCHMANN, 1880. — « Untersuchungen zur Pathogenese der Cataract. » — Arch. f. Ophth., t. XXVI.
28. GERLACH, 1880. — « Beiträge zur normalen Anatomie des menschlichen Auges ». — Leipzig.
29. ULRICH, 1880. — « Zur Anat. u. Phys. des Canalis Petiti, u. der austossenden Gewebe ». — Arch. f. Ophth., t. XXVI.
30. AEBY, 1882. — Der Canalis Petiti und der Zonula Zinii. — Arch. f. Ophth., t. XXVIII.
31. BERGER (E.), 1882. — Bemerkungen über die Linsenkapsel. — Centralbl. f. prakt. Augenheilkunde.
32. BRAILEY, 1882. — « Quelques points de l'anatomie du corps ciliaire ». — British. med. Journal.

33. KOELLIKER, 1882. — Traité d'embryologie.
34. BERGER, 1883. — Beiträge zur Anatomie der Zonula Zinii. — Arch. f. Ophth., t. XXVIII.
35. DESSAUER, 1883. — « Zur Zonula Frage ». — Klin. Monatsblätter.
36. HOCQUARD et MASSON, 1883. — Etude sur les rapports, la forme et le mode de suspension du cristallin à l'état physiologique. — Arch. d'Ophtalm.
37. BECKER, 1884. — « Structur der Linse. Aetiologie der Kataract ». — Klin. Monatsbl. Beilageheft. — « Fadenförmige Frübung der hinteren Linzenkapsel ». — Klin. Monatsbl., pag. 284.
38. BARROIS (Th.), 1885. — Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.
39. CZERMAK, 1885. — « Zur Zonulafrage ». — Graefe's Arch. f. Ophth., t. XXXI, n° 1.
40. RUBATEL, 1885. — « Recherches sur le développement du cristallin chez l'homme et quelques animaux supérieurs ». — Thèse de Berne. Genève.
41. BERGER, 1886. — « Bemerkungen zur Zonulafrage ». — Graefe's Arch. f. Ophth., t. XXXI, 3.
42. CLAYES (G.), 1886. — « De la région ciliaire de la rétine de la zonule de Zinn. » — Bull. de l'Ac. royale de méd. de Belgique, t. XX.
43. CZERMAK, 1886. — « Erwiderung auf Dr Dessauer's im. Julihefte dieser Monatsblätter enthaltene Bemerkungen zu meiner Arbeit über die Zonula ». — Klin. Mon. Bl. f. Augenh. XXIII.
44. HAENSELL, 1886. — « Recherches sur le corps vitré. Développement et histogenèse. » — Bull. de la clin. des Quinze-Vingts, n° 1.
45. ROBINSKI, 1886. — « Untersuchungen zur Anatomie, Physiologie und Path. der Augenlinse. » — Deutsche medicinische Wochenschrift, n° 1.
46. SCHOEN, 1886. — « Zonula v. Grenzhaut des Glaskörpers. » — Arch. f. Ophth. XXXII.

47. SCHWALBE, 1886. — *In* Traité d'ophtalmologie de Wecker et Landolt. — Paris.
48. HACHE (E.), 1887. — « Sur la structure et la signification morphologique du corps vitré. » — C. R. Ac. Sciences.
49. HACHE (E.), 1889. — « Sur l'hyaloïde et la zone de Zinn. » — Mémoires Soc. biol.
50. HOCQUARD, 1889. — « Physiologie, anatomie et pathologie de l'appareil accommodateur. » — Bull. de l'Ac. de méd.
51. RANVIER, 1889. — Traité technique d'histologie, 2^e édition.
52. DEBIERRE (Ch.), 1890. — Traité d'anatomie humaine. — Lille.
53. COLLINS (Tr.), 1891. — « On the development and abnormalities of the zonule of Zinn. » — The roy. London opht. hosp. rep., déc.
54. GARNIE (R.), 1891. — « Contribution à l'étude de l'état normal et pathol. de la zonule de Zinn. » — Westnik ophtalmologii.
55. GARNIER (V.), 1891. — « Über den normalen und pathol. Zustand der zonula Zinnii. » — Arch. f. Augenh. XXIV.
56. HERTWIG, 1891. — Traité d'embryologie.
57. TOPOLANSKI, 1891. — « Ueber den Bau der Zonula und Umgebung nebst Bemerkungen über das albinotische Auge. » — Arch. f. Ophth. XXXVII.
58. BERGER, 1893. — Anatomie normale et pathol. de l'œil. — Paris.
59. PANAS, 1894. — Traité des maladies des yeux. — Paris.
60. RETZIUS, 1894. — « Ueber den Bau des Glaskörpers und der zonula Zinnii im Auge des Menschen und einiger Tiere. » — Biol. Untersuch., Bd. VI, Stockholm.
61. SCHOEN (W.), 1895. — « Der Uebergangssaum der Netzhaut oder die sogenannte *ora serrata*. » — Arch. f. An. und Phys.
62. TESTUT (L.), 1897. — Traité d'anatomie humaine, 4^e édition. — Paris.
63. TORNATOLA (S.), 1897. — « Sur l'origine et la nature du corps vitré. » — XII^e Congrès intern. de Moscou.
64. AGABABOW, 1897. — « Untersuchungen über die Natur der Zonula ciliaris. » — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 50.

65. TERRIEN, 1898. — « Recherches sur la structure de la rétine ciliaire et l'origine des fibres de la zonule de Zinn. » — Thèse de Paris.
66. TERRIEN, 1899. — Mode d'insertion des fibres zonulaires sur le cristallin et le rapport de ces fibres entre elles. » — Arch. d'Ophtalm., t. XIX.
67. VIALLETON (L.), 1899. — Précis de technique histologique et embryologique. Collection Testut.
-

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

FIG. 1. — Imprégnations au nitrate d'argent à 1/300, faites sur le cristallin d'un chat de 3 jours ; coloration à l'hématéine et à l'éosine.

A. — Figure prise sur la zone de transition des cellules de l'épithélium antérieur aux fibres cristalliniennes.
Oc. = 2, *obj.* = 8. Stiassnie.

B. — Figure prise près du centre de la cristalloïde postérieure.
Oc. = 2, *obj.* = 8. Stiassnie.

r.r. = figures régulières répondant à l'imprégnation des cellules de transition régulièrement alignées.

f.c. = figures répondant aux imprégnations des pieds des fibres cristalliniennes.

FIG. 2. — Cristalloïde postérieure d'un lapin imprégnée au nitrate d'argent à 1/300, ayant entraîné avec elle une mince couche des fibres cristalliniennes ; vue par sa face externe. *Oc.* = 2, *obj.* = 6. Stiassnie.

- c.* = contours des figures pseudo-épithéliales.
ep. = épaissement.
f.cr. = fibres cristalliniennes.

FIG. 3. — Cristalloïde postérieure d'un lapin albinos, fixée au formol picrique, colorée à l'hématéine et à l'éosine ; vue par sa face interne. *Oc.* = 2, *obj.* = 6. Stiasnie.

- c.* = contours des figures pseudo-endothéliales.
ep. = épaissement.

PLANCHE II

FIG. 4. — Coupe totale et méridienne de l'œil d'un lapin de 5 jours, fixé au formol à 10 0/0, coupé au collodion et coloré au picro-carmin. *Oc.* = 2, *obj.* = 1. Stiasnie.

FIG. 5. — Portion de la figure précédente grossie. *Oc.* = 2, *obj.* = 4. Stiasnie.

- cap.* = capsule vasculaire.
cd. = cristalloïde.
cj. = conjonctive.
cor. = cornée.
cr. = cristallin.
e.p.r. = épith. pigm. de la rétine.
e.cr. = épith. de la cristalloïde antérieure.
e.c. = épithélium ciliaire.
f.z. = fibres zonulaires.
ir. = iris.
n.f.cr. = ligne des noyaux des fibres cristalliniennes.
p.c. = procès ciliaires.
rt. = rétine.
scl. = sclérotique.
t.c. = tissu conjonctif.
vt. = vitré.

PLANCHE III

FIG. 6. — Imprégnation au nitrate d'argent à 1/300 de la couche externe de la substance cristalliniennne, la cristalloïde postérieure étant enlevée (cristallin de lapin adulte) ; vue par la face externe. *Oc.* = 2, *obj.* = 6. Stiassnie.

c. = contours des figures pseudo-épithéliales.

f.cr. = fibres cristalliniennes.

FIG. 7. — Coupe méridienne de l'œil d'un lapin de 5 jours, fixé au formol à 10 0/0, coupé au collodion ; coloration à l'hématéine et à l'éosine. *Oc.* = 2, *obj.* = 5. Stiassnie.

cap. = capsule vasculaire.

cd. = cristalloïde.

e.a. = épithélium de la cristalloïde antérieure.

e.c. = épithélium clair des procès ciliaires.

f.cr. = fibres cristalliniennes.

gl. = globules sanguins.

p. = pigment ciliaire.

FIG. 8. — Coupe méridienne de l'œil d'un lapin de 5 jours, fixé au formol à 10 0/0, coupé au collodion ; coloration à l'hématéine et à l'éosine. *Oc.* = 2, *obj.* = 8. Stiassnie.

cap. = capsule vasculaire.

cd. = cristalloïde.

e.a. = épithélium de la cristalloïde antérieure.

e.c. = épithélium clair des procès ciliaires.

f.cr. = fibres cristalliniennes.

p. = pigment ciliaire.

FIG. 9. — Coupe méridienne des procès ciliaires d'un lapin albinos, fixés au formol picrique, coupés à la paraffine ; colo-

ration à l'hématéine et à l'éosine. *Oc.* = 2, *obj.* = 8.
Stiassnie.

c.c. = cellules fortement colorées.

c.e. = cellules de l'épithélium interne des procès ciliaires.

c.p. = cellules de l'épithélium externe ou profond des
procès ciliaires.

f.z. = fibres zonulaires et leurs insertions intercellulaires.

f.z' = insertion des fibres zonulaires, vue de face.

t.c. = tissu conjonctif.

v. = vaisseau.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette École, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Montpellier, le 3 Juillet 1900.

Le Recteur,
ANT. BENOIST.

VU ET APPROUVÉ :

Montpellier, le 3 Juillet 1900

Le Doyen,
L. VIALLETON.

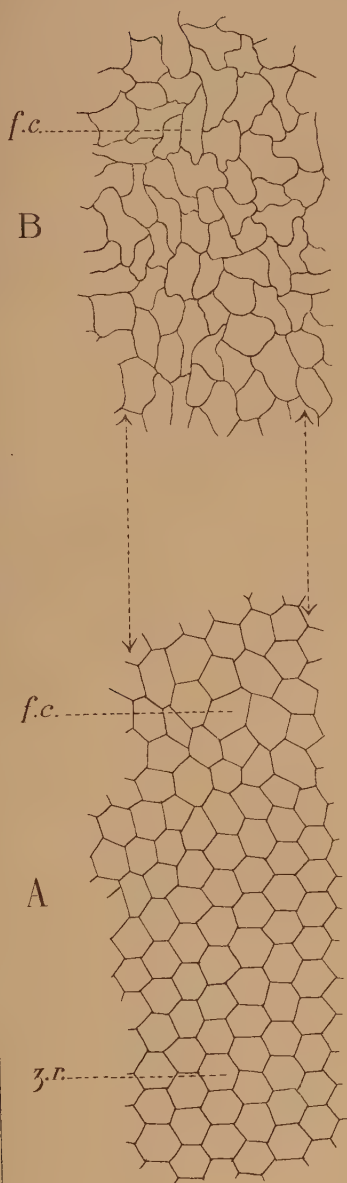


Fig.1



Fig.3

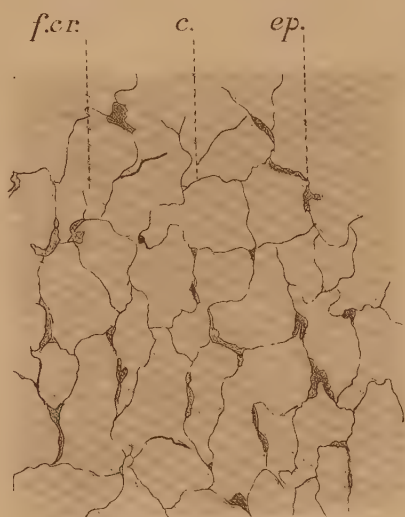


Fig.2



Fig. 4.

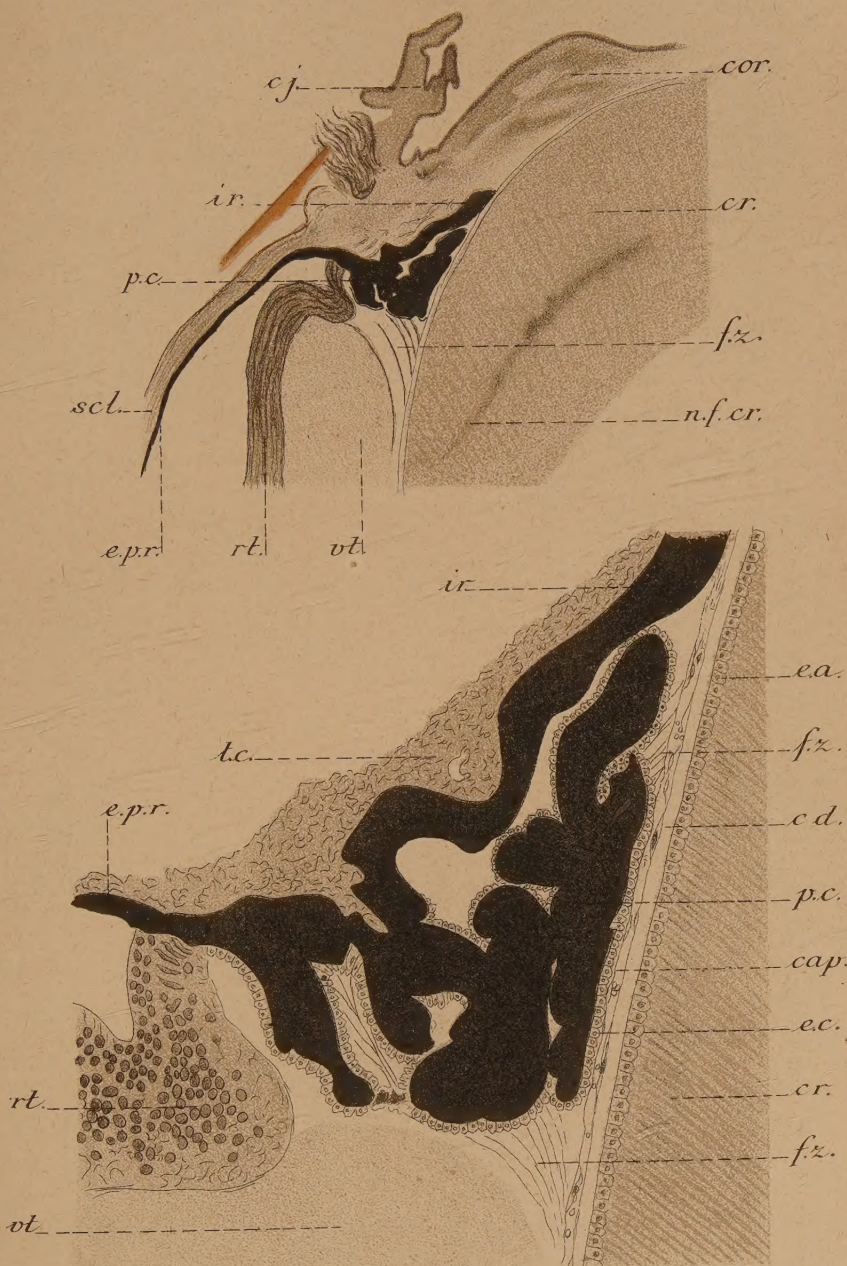


Fig. 5

Fig. 6.

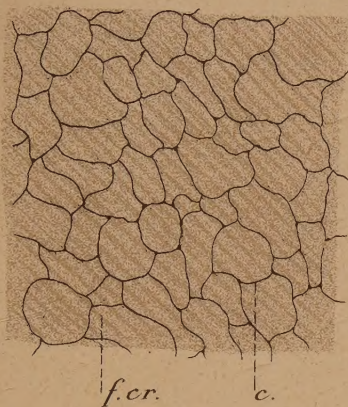


Fig. 7.

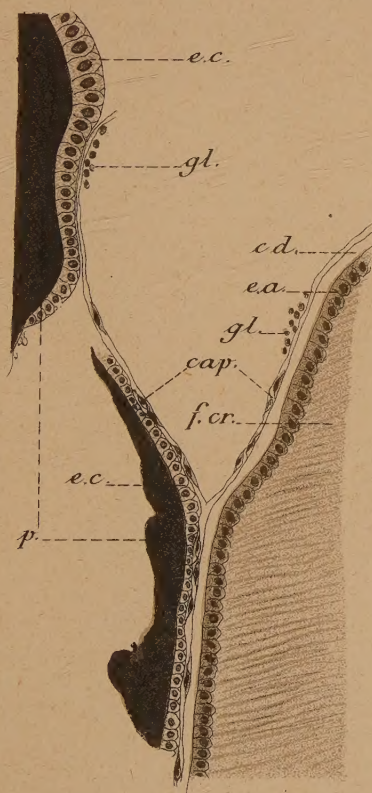


Fig. 8.

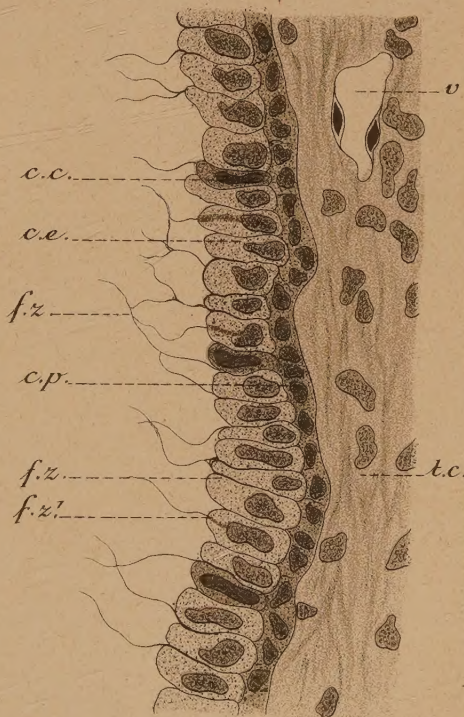
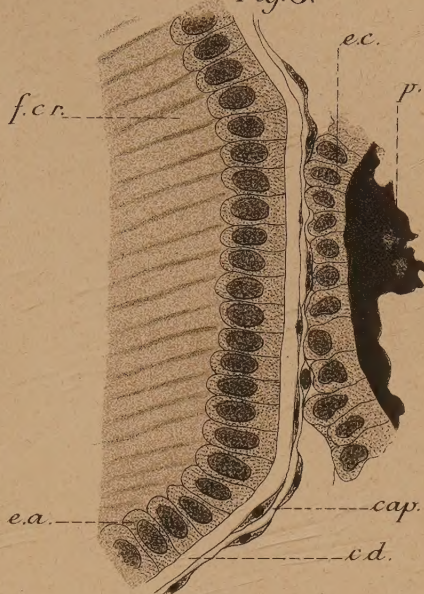


Fig. 9.

